

CARLOS HENRIQUE GOMES DE SOUZA

**ATUALIZAÇÃO DE BASES CARTOGRÁFICAS DIGITAIS
E IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE
GEOPROCESSAMENTO PARA
UMA ÁREA TESTE**

Dissertação apresentada como requisito
parcial à obtenção do grau de Mestre.
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geo-
désicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador:
Prof. Dr. Quintino Dalmolin

Co-orientadora:
Prof.^a Dr.^a Arlete Aparecida Correia Meneguette

CURITIBA
1997


"ATUALIZAÇÃO DE BASES CARTOGRÁFICAS DIGITAIS E IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GEOPROCESSAMENTO PARA UMA ÁREA TESTE"

POR

CARLOS HENRIQUE GOMES DE SOUZA

Dissertação aprovada como requisito parcial do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:


Prof. Dr. QUINTINO DAL MOLIN - Orientador
Presidente


Prof.^a Dr.^a. ARLETE APARECIDA CORREIA MENEGUETTE -
Co-Orientadora


Prof. MSc ALZIR FELIPPE BUFARA ANTUNES- Membro


Prof.^a MSc CLÁUDIA ROBBI - Membro

Aos meus pais e à todos que sonharam junto comigo
com este momento

A G R A D E C I M E N T O S

O autor pretende externar seus mais profundos agradecimentos a todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho:

Agradecimentos especiais aos meus orientadores, Prof^ª. Dr^ª. Arlete Meneguette e Prof. Dr. Quintino Dalmolin, que tornaram mais fácil a realização deste sonho, com muito incentivo, apoio e sugestões,

A Prefeitura Municipal de Presidente Prudente, especialmente aos técnicos da Secretaria de Planejamento que gentilmente cederam o material para o desenvolvimento do trabalho,

Aos amigos Eng. Hildebrando Vasconcellos e Eng^a. Luciene Stamato Delazari Skroch pela dedicação e ajuda no aprendizado dos softwares utilizados e pelos conselhos,

Aos amigos Rodrigo Vilella Machado, Verali Mônica Kleuser e a todos os colegas de curso,

A todos os professores do Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas,

A Adhemar, Maria Elza, Fabiana e Carla, que sempre me incentivaram nos momentos mais difíceis.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Geração e Atualização de Base Cartográfica	4
2.2 Sistemas de Informação Geográfica	11
2.2.1 Entrada De Dados Espaciais.....	14
2.2.2 Entrada De Dados Não Espaciais.....	19
2.2.3 Estruturas De Armazenamento De Dados.....	20
2.2.4 Conversão No Formato Dos Dados.....	23
2.2.4.1 Conversão Vetorial/Matricial.....	23
2.2.4.2 Conversão Matricial/Vetorial.....	24
2.2.5 Sistemas De Gerenciamento De Banco De Dados (SGBD).....	26
3 DESCRIÇÃO DA ÁREA TESTE E LISTA DE MATERIAIS UTILIZADOS	30
4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	36

4.1 Atualização Da Base Cartográfica.....	39
4.2 Atualização Das Edificações.....	47
4.3 Implementação De Um Sistema De Geoprocessamento.....	53
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	68
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
ANEXO I - ESTRUTURAS ELABORADAS EM LINGUAGEM DDE.....	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Elementos essenciais de um SIG.....	14
Figura 2 - O Município de Presidente Prudente no Estado de São Paulo.....	30
Figura 3 - Localização da área teste na área urbana de Presidente Prudente.....	31
Figura 4 - Área teste de Presidente Prudente.....	32
Figura 5 - Planta topográfica dos lotes e edificações que serviram de base para atualização cartográfica.....	34
Figura 6 - Sequência de Atualização.....	37
Figura 7 - Fluxograma das Etapas do Projeto.....	38
Figura 8 - Criação do nível “Poligonal de controle” para orientação.....	40
Figura 9 - Pontos de controle destacados.....	40
Figura 10 - Menu para orientação e pontos de controle.....	41
Figura 11 - Primeiro ponto de controle destacado.....	41
Figura 12 - Processo de orientação.....	42
Figura 13 - Lotes atualizados na área teste via mesa digitalizadora.....	44
Figura 14 - Testadas medidas para cálculo do RMSE.....	45
Figura 15 - Edificações atualizadas via mesa digitalizadora.....	48
Figura 16 -Tempo Médio de Vetorização.....	50

Figura 17 - Edificações atualizadas por vetorização de imagens rasterizadas.....	52
Figura 18 - Menu principal para importação de dados.....	55
Figura 19 - Consulta para atualização da classificação do imóvel.....	57
Figura 20 - Menu para atualização do tipo de uso.....	58
Figura 21 - Formulário consulta simples.....	59
Figura 22 - Formulário consulta chave de acesso.....	60
Figura 23 - Formulário consulta valor do IPTU.....	60
Figura 24 - Formulário consulta logradouros.....	61
Figura 25 - Formulário consulta áreas dos lotes.....	61
Figura 26 - Formulário consulta área construída.....	62
Figura 27 - Consulta valor venal.....	62
Figura 28 - Consulta múltipla.....	63
Figura 29 - Formulário consulta total.....	64
Figura 30 - Formulário resultado da pesquisa no banco de dados.....	64
Figura 31 - Formulário opção de visualização na base cartográfica.....	65
Figura 32 - Resultado de uma análise ao banco de dados, visualizado na base cartográfica.....	66
Figura 33 - Escolha de uma área na base cartográfica para consulta no banco de dados.....	67
Figura 34 - Formulário resultado de uma consulta à área na base cartográfica.....	67
Figura 35 - Áreas medidas para cálculo do RMSE para mesa digitalizadora.....	73
Figura 36 - Áreas medidas para o cálculo do RMSE para feições vetorizadas.....	74
Figura 37 - Lotes e edificações atualizados à área teste.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Diferença entre as medidas observadas e reais.....	46
Tabela 2 - Acurácia requerida para mapas Classe 1.....	47
Tabela 3 - Adequação dos resultados obtidos e o RMSE limite.....	49
Tabela 4 - Tempo médio gasto no processo de atualização.....	68
Tabela 5 - Medidas de área para cálculo do RMSE para mesa digitalizadora.....	70
Tabela 6 - Medida de área para o cálculo do RMSE para imagens vetorizadas.....	71
Tabela 7 - Análise comparativa entre as duas técnicas de atualização.....	72

RESUMO

O desenvolvimento deste trabalho apresenta uma alternativa para o processo de atualização de bases cartográficas digitais, através da utilização de *scanner* de mesa no formato A4. Estes aparelhos não foram originalmente desenvolvidos para aplicações cartográficas, porém, neste estudo, são apresentados parâmetros que indicam a viabilização dos *scanners* de mesa para aplicações cartográficas. A base cartográfica primeiramente foi atualizada pelo método usual, através de mesa digitalizadora, para posteriormente, ser atualizada pelo processo de digitalização automática através do uso de *scanner* de mesa com posterior vetorização em tela. Para efeito de comparação das duas modalidades de atualização, foram calculados parâmetros como o tempo gasto e o Erro Médio Quadrático (RMSE), no qual, o processo usual de atualização, com a utilização de mesa digitalizadora apresentou um menor tempo médio, porém, o RMSE calculado para ambos os procedimentos apresentam resultados similares. Em uma segunda etapa do desenvolvimento deste trabalho, será apresentada a implementação de um Sistema de Geoprocessamento baseado nas funções de consultas ao banco de dados e visualização na base cartográfica digital, baseado nos *softwares* MaxiCad/Access/dbMapa, como uma alternativa à um SIG. Para o desenvolvimento deste trabalho, foi escolhida uma área teste do Município de Presidente Prudente, pelo fato de que a Prefeitura daquele município está em fase de implantação de um Sistema de Geoprocessamento, possuindo uma base cartográfica digital que necessita ser mantida atualizada. Os resultados do estudo contribuíram para o processo de atualização da base cartográfica de Presidente Prudente e viabilização da implantação de um Sistema de Geoprocessamento.

ABSTRACT

This paper presents an alternative to the updating of digital cartographic bases by means of a table scanner in A4. These gadgets were not originally developed for cartographic applications, but we intend to present parameters which could make use of table scanners for cartographic applications. The cartographic basis will be updated by usual method by means of digitalizing table at first. Later it will use the process of automatic digitalization by means of a table scanner with further screen vetorization in order to compare the two parameter systems some calculation will be presented such as the spent time and the Root Mean Square Error (RMSE). In a second stage, we present the implementation of a Geoprocessing System based on the search for functions on the data base and visualization of the digital cartographic bases, relying on softwares MaxiCad/Access/dbMapa, as an alternative to one SIG. The municipality of Presidente Prudente - SP - Brasil was chosen as a pilot test area because the city management is implantating a Geoprocessing System, and as a result, it needs an updated digital cartographic basis. Concluding, the result of the present research will contribute to the process of updating the cartographic basis of the Municipality of Presidente Prudente and it will make the implantation of a Geoprocessing System possible.

1 INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) podem constituir um importante recurso para órgãos que necessitam de apoio logístico para tomada de decisões e planejamento em geral, sobretudo para Prefeituras. O processo de implantação de um SIG constitui-se de diversas fases e em uma Prefeitura, uma de maior destaque é a etapa de persuasão e captação de recursos financeiros junto as secretarias interessadas no projeto. Vários aspectos devem ser considerados antes de partir para a implantação de um SIG, como o que o órgão espera do sistema, a situação dos dados cartográficos, disponibilidade de material humano capacitado para dar apoio estrutural ao projeto, montante de recurso financeiro que pode ser alocado ao projeto, entre outros fatores.

Dimensionar o que se espera de um SIG, pode fazer com que órgãos públicos economizem dinheiro, evitando desperdícios em *softwares* que podem não atender as reais necessidades, ou então, que possuem recursos além do esperado, que podem fazer com que o projeto se torne dispendioso.

A mais complexa e importante etapa de implantação de um SIG refere-se à geração da base cartográfica digital, que consome a maioria dos recursos destinados à um projeto SIG. O bom funcionamento de um sistema de informação está intimamente ligado ao nível de precisão e grau de atualização desta base.

Por existirem diversas fontes de dados que podem servir para a criação da base cartográfica, a escolha sobre qual deve ser adotada deve levar em consideração o aspecto de conversão de dados, ou seja, como esta fonte de dados deverá ser convertida para o meio digital. A base cartográfica para um SIG pode ser criada a partir de uma única fonte de dados ou por uma combinação de diversas fontes.

O meio mais eficiente de se gerar fontes de dados para base cartográfica é a elaboração de novos mapas, porém, este é um processo muito demorado e dispendioso. Sempre que possível, os órgãos envolvidos no projeto de um SIG devem levar em consideração a alternativa de utilização de mapas existentes, avaliando se os mesmos são adequados para serem usados como fonte de dados para a geração da base digital.

Existem diversos *softwares* de geoprocessamento no mercado, cada qual com um conjunto particular de recursos, com os mais variados preços. Antes de optar por qual *software* se deva comprar, é preciso levar em consideração a expectativa e as necessidades da organização interessada em implantar um SIG. Alguns sistemas simples, que se baseiam na consulta a banco de dados com visualização na base cartográfica digital, não podem ser considerados sistemas de informação geográfica, pois privam-se dos recursos de análise baseada na topologia dos elementos. Entretanto, tais sistemas podem atender às expectativas de Prefeituras de pequeno e médio porte, oferecendo uma solução viável quando se dispõe de limitado recurso financeiro.

O presente trabalho apresenta uma proposta metodológica para implementação de um sistema de geoprocessamento em todas suas fases, que parte da etapa de atualização da base cartográfica, no qual será apresentado uma alternativa voltada à atualização cartográfica baseada em digitalização automática de documentos

cartográficos com posterior vetorização manual, seguida por vinculação a banco de dados e visualização das consultas na base cartográfica digital. A área teste adotada para validar tal proposta está localizada no município de Presidente Prudente, São Paulo e o sistema de geoprocessamento empregado foi o MaxiCad/dbMapa, da empresa Maxidata Tecnologia em Informática.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Geração e Atualização de Base Cartográfica

Existem diversas formas de aquisição de dados para um SIG, principalmente no que diz respeito à geração e atualização de bases cartográficas, como fotogrametria, sensoriamento remoto e levantamento topográfico. O processo de geração por completo de uma nova base cartográfica, pode ser muito dispendioso e demorado, portanto, sempre que possível deve-se levar em conta a alternativa de se aproveitar os mapas disponíveis para servirem de base para a atualização.

HUXHOLD (1991) descreve alguns aspectos importantes na avaliação de mapas existentes:

- **Os mapas existentes são exatos ?** - converter mapas existentes para a forma digital não os tornará mais exatos, isso só ampliará as inexatidões, inviabilizando seu uso;
- **Os mapas existentes estão atualizados ?** - quando os mapas apresentam alto grau de desatualização é preferível criar novos mapas do que tentar introduzir as alterações necessárias;

- **Os mapas existentes são estáveis ?** - não é aconselhável utilizar mapas que tenham sido armazenados por muitos anos empregando uma base instável tal como o papel, porque alterações de escala devem ter ocorrido devido a fatores climáticos como umidade e calor, causando distorções nas feições cartográficas;

- **Os mapas existentes estão limpos ?** - mapas com dobras, manchas, sujeira e outras marcas prejudicam a qualidade do processo de conversão porque se torna difícil distinguir entre as feições no mapa e as marcas não desejadas.

ROBBI (1990) relata que a sistemática de atualização dependerá de alguns fatores, como a escala da carta, e de acordo com o tipo e método de atualização que poderá atender as expectativas dos órgãos de interesse. Ainda segundo tal autora, quanto ao tipo de atualização, pode-se ter: rápida (onde apenas os elementos mais importantes são atualizados); parcial (atualizando algumas partes do mapa); e completa. Quanto ao método, o processo de atualização pode ser classificado em: cíclica (que ocorre quando o procedimento de atualização ocorre em intervalos de tempo pré-determinados); seletivo (onde sua realização é determinada por uma ordem de prioridade); e contínuo (quando a carta é atualizada sempre que ocorre novas mudanças).

ROBBI (1991) chama a atenção para a necessidade de se manter um programa de atualização permanente, devidamente planejado, preferencialmente considerando a possibilidade de utilização dos três métodos (cíclico, seletivo e contínuo) de forma integrada, considerando que a eficiência destes depende da escala da carta e das características da região.

A maioria das técnicas utilizadas para geração de bases cartográficas podem e são utilizadas no processo de atualização, com raras exceções.

A **aerofotogrametria convencional**, ainda é sem dúvida a principal forma de aquisição de dados para a cartografia, principalmente no que diz respeito a geração de bases cartográficas. Segundo MUSSIO e LIGHT (1995) a aquisição de dados se dá através de câmara aéreas com emulsões de filmes fotográficos servindo como meio para o armazenamento de dados. Realmente, o filme é um meio de armazenamento denso. Uma foto de 23x23cm pode conter 400 mega-*pixels*. Uma vez que a tecnologia de câmaras com filme oferece registros de alta resolução, é razoável aceitar a idéia que tais câmaras continuarão a ser usadas para aquisição de dados.

As fotos podem ser digitalizadas através de *scanner* para que os registros em filme sejam convertidos em *pixels* digitais para uso em fotogrametria digital ou em SIG. Durante o processo de conversão, é necessário que se utilize uma resolução suficiente para que não se percam informações da imagem fotográfica. A fotogrametria digital pode oferecer uma nova aproximação para o processo de atualização e geração de mapas, principalmente no que diz respeito à capacidade de automação do processo de extração das feições de interesse (GRABMAIER, TEMPFLI e ACKERMANN, 1996).

A fotografia aérea convencional pode dar origem à ortofoto, que é um importante recurso para a geração e atualização de base cartográfica. A **ortofoto digital** é uma imagem matricial, adquirida de fotografia aérea, que pode ser digitalizada automaticamente com auxílio de *scanner* (processo também denominado de rasterização) com acurácia e retificada com o auxílio de levantamentos geodésicos e ou fotogramétricos. Devido aos recursos que a ortofoto apresenta de manipulação de imagens (ampliação, redução, mudança de escala, etc.), a ortofoto apresenta-se como um importante recurso tecnológico para a cartografia, apresentando um custo baixo, se comparado a outras técnicas, possuindo ainda a vantagem de, uma vez estando em

meio digital, todas as feições de interesse para a atualização poderem facilmente ser convertidas para o formato vetorial (HOHLE, 1996).

HOHLE (1996), afirma que as ortofotos podem constituir um elemento importante em SIG. Elas servem principalmente como imagem de fundo (*background*) para mapas topográficos e temáticos. Podem, entretanto, também formar a base para digitalização por meio das quais mapas temáticos podem ser produzidos ou atualizados. Outras informações não gráficas podem ser obtidas a partir de uma ortofoto. Uma vez que o processamento em SIG é feito com auxílio de computadores, as ortofotos têm de estar na forma digital. Ortofotos digitais (também chamadas de ortoimagens) podem ser produzidas e manipuladas em SIG's baseados em *Workstations*.

ARMENAKIS e REGAN (1996) e MULLER e SEYFERT (1996) descrevem como a ortofoto pode ser utilizada no processo de atualização cartográfica, segundo esses autores, a ortofoto digital serviria como base para atualização, constituindo os dados novos e atuais, enquanto que a base cartográfica digital, no formato vetorial, representa o velho e desatualizado. Estas duas bases devem estar referenciadas ao mesmo sistema de coordenadas, tornando possível assim a sobreposição de ambas, tendo a ortofoto como fundo (*backdrop*) e a base vetorial como um *overlay*. Desta forma, torna-se possível detectar as mudanças ocorridas entre as duas bases. A atualização é realizada pela interativa extração das novas feições planimétricas da imagem no modelo monoscópico usando a digitalização direta em tela (*heads-up-digitizing*). MULLER e SEYFERT (1996) relatam ainda, que os dados a serem atualizados podem ser detectados visualmente com auxílio de plotagens das bases cartográficas, servindo como referência para posterior atualização por vetorização em tela.

KANG, OH e BAE (1996) descrevem a utilização de câmaras de pequeno formato para tomada de fotografias aéreas a bordo de pequenas aeronaves de aeromodelismo controladas por controle remoto, tais aeronaves possuem dimensões de 180cm de asa e 90cm de corpo, a câmara em questão utilizada é uma Nikon F-801 com distância focal de 35mm. Esta nova modalidade de aquisição de dados para geração e atualização de bases cartográficas, segundo tais autores, pode ser perfeitamente utilizada para produção de bases em grande escala para pequenas áreas, produzindo resultados animadores, com RMSE (erro médio quadrático) obtidos na ordem de 5mm, 5mm e 12mm para as coordenadas X, Y e Z respectivamente.

De acordo com SPRADLEY (1996), agências de mapeamento, tanto governamentais quanto comerciais, têm empregado fotogrametria digital, na qual as imagens digitais são amarradas a um sistema de controle de campo e retificadas com completas correções geométricas para projeções cartográficas. Desta forma os *layers* de imagens podem se tornar uma estrutura de referência para integrar outros *layers* de vetores e classificação geográfica. Para mapeamento de regiões, em pequena e média escala, as imagens de satélite têm um papel a desempenhar como fonte de dados. Para mapeamento detalhado com resolução menor que dois metros (no terreno), entretanto, fotos aéreas tomadas com diversas altitudes continuam a ser a fonte de imagens mais utilizadas em SIG.

Outro importante recurso disponível para produção de bases cartográficas é o **Sensoriamento Remoto**, principalmente no que diz respeito às imagens orbitais obtidas por sensores instalados em satélites artificiais. Entretanto estes sistemas apresentam algumas restrições para grandes escalas, devido à baixa resolução espacial. Os sistemas sensores mais comumente utilizados no mercado comercial, são TM Landsat (resolução espacial de 30m em 6 bandas e 60m na banda do infra-

vermelho termal) e HRV Spot (10 m de resolução espacial no modo pancromático e 20m no multiespectral) (NOVO - 1989, VIADANA - 1995).

O sensoriamento remoto, a partir da utilização de novos sensores, poderá ser uma nova e importante fonte de dados para atualização de bases topográficas em escalas maiores do que as utilizadas anteriormente, podendo ser utilizados para aplicações cartográficas em escalas de até 1:10.000. KONECNY e SCHIEWE (1996) relatam que o mapeamento topográfico a partir do espaço está para se tornar uma realidade a nível operacional. Brevemente, dados com resolução média e alta serão adquiridos por programas de sensoriamento remoto patrocinados pelo Canadá, França, EUA e outros países em busca da obtenção de imagens orbitais. Além disso, um número de consórcios comerciais, na maior parte nos EUA, planejam gravar e distribuir imagens estereoscópicas com resoluções adequadas para mapeamento topográfico, atualização cartográfica e produção de ortoimagens em escalas variando de 1:10.000 a 1:50.000. O procedimento de combinação de imagens geradas por diferentes sensores orbitais como SPOT XS, ERS-1 SAR e JERS-1 SAR podem gerar novas possibilidades para o processo de geração e atualização de bases cartográfica, constituindo importantes ferramentas (POHL, 1996).

Os dados para a geração de bases cartográficas, ainda podem ser provenientes de **levantamentos de campo**, sendo estes indicados para pequenas aplicações, como loteamentos ou em casos em que poucas mudanças ocorreram. O **GPS** (*Global Positioning System*) é outra técnica que também tem sido utilizada no processo de coleta de dados para a geração de bases cartográficas, sendo um dos métodos de aquisição de dados que mais têm evoluído nos últimos anos.

Um dos mais promissores métodos de mapeamento automatizado em processo de viabilização, são os **sistemas móveis de mapeamento**, de acordo com

NOVAK (1995), esses dispositivos de mapeamento capturam um conjunto amplo de dados sobre o terreno obtidos a partir de veículos em movimento. Posições espaciais e atributos dos objetos de interesse são extraídos automaticamente em uma plataforma móvel ou durante o pós-processamento, e são imediatamente transferidos para uma base de dados geográficos. Este tipo de mapeamento pode fornecer dados exatos e atuais para SIG.

Durante os últimos seis anos, dois protótipos deste sistema vêm sendo implementados, o GPSVan e o MapCam. O primeiro merece um destaque maior, por ser um sistema voltado principalmente ao mapeamento de vias de circulação, a medida que o automóvel percorre estas vias, coordenadas que as definem são armazenadas com auxílio do GPS.

TOTH apud BOSSLER e TOTH (1996) descreve que o conceito do GPSVan é muito simples, combinando o sistema GPS com aquisição eletrônica de dados. NOVAK (1995) relata ainda que provavelmente as características mais importantes dos sistemas móveis de mapeamento, quando comparados a todos os outros métodos de coleta de dados, são a atualidade e completitude dos dados. A atualidade significa que o mapa digital representa com exatidão a realidade e que as alterações são atualizadas dinamicamente. Completitude significa que outros objetos grandes e pequenos estão contidos na base de dados espacial. Com a disponibilização de sensores mais avançados e mais exatos será possível processar todos os dados coletados diretamente no veículo móvel de mapeamento possibilitando a criação de mapas digitais *on-line*. Isto trará, sem dúvida, um grande impacto na indústria SIG. A coleta de dados não será mais um fator inibidor da implementação de bases de dados topográficos, mas sim permitirá a um número cada vez maior de usuários de se utilizarem de informação geográfica.

2.2 Sistemas de Informação Geográfica

A necessidade de representar o espaço físico no qual habita tem acompanhado a humanidade desde os tempos mais remotos. Até a década de 60, antes que os computadores fossem aplicados para o mapeamento, todos os tipos de mapeamento tinham um ponto em comum, a base de dados espaciais era um desenho sobre um pedaço de papel ou poliéster. A informação era codificada na forma de pontos, linhas ou áreas. Estas entidades geográficas básicas eram visualizadas usando vários artifícios, tal como símbolos, cores ou textos, cujos significados são explicados em uma legenda, como afirma BURROUGH (1986).

Com o desenvolvimento da informática, surgiu uma nova modalidade de mapeamento, através da utilização de computadores, o que, de uma certa forma, viria a revolucionar a cartografia tradicional. Devido a este novo panorama, após a década de 60 e principalmente na década de 70, surgiram novos conceitos, como os termos CAD (*Computer Aided Design*), CAM (*Computer Aided Mapping*), AM/FM (*Automated Mapping/Facility Management*), que nada mais são do que sistemas voltados para a transformação do mapa gráfico (ou mapa analógico, como pode ser encontrado na literatura), para o meio digital, transformando uma base cartográfica impressa em papel, em uma base cartográfica magnética.

Os Cad's podem ser entendidos como sistemas de desenho auxiliado por computador que, apesar de não serem *softwares* específicos para a cartografia, são basicamente os principais meios de conversão analógico/digital de mapas. Os sistemas

de mapeamento assistidos por computador (CAM), partem da tecnologia CAD, diferenciando destes no fato de os dados serem organizados em níveis (*layers*), possuindo ainda a capacidade de georreferenciar os elementos da realidade física. Os *softwares* do tipo AM/FM, também partem da tecnologia CAD. Estes sistemas trabalham com a noção de rede, sendo capazes de identificá-las, preservando suas interseções, gerando arquivos para armazenar as relações de conectividade, que descrevem a geometria do sistema. Outra importante característica destes sistemas são os arquivos de dados alfanuméricos, que são ligados aos arquivos gráficos. Estes arquivos descrevem as características dos componentes do sistema ou rede tais como, tamanho, capacidade, entre outras informações. Os sistemas AM/FM utilizam a combinação do mapeamento automatizado (AM) com as facilidades do gerenciamento de base de dados (FM) para criar, armazenar, recuperar, manipular e apresentar uma variedade de informações (MONTGOMERY e SCHUCH - 1993, KORTE -1994).

O processo evolutivo da cartografia digital saltou para um patamar superior com o surgimento dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG). De acordo com MONTGOMERY e SCHUCH (1993), como um sistema AM/FM, um SIG utiliza mapeamento automatizado e um sistema de gerenciamento de base de dados (SGBD) para relacionar dados para o mapa digital e permitir a criação, armazenamento, manutenção, recuperação, análises e apresentação das variedades geográficas e informações tabulares. Um SIG difere de um sistema AM/FM principalmente no que diz respeito à capacidade que um SIG possui de realizar análises automáticas em diferentes níveis de informação, baseado nas noções de topologia dos elementos. Segundo BURROUGH (1986), “ O SIG é um conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e apresentar dados espaciais do mundo real para um conjunto particular de propósitos”. Os dados geográficos descrevem objetos

do mundo real em termos de suas posições em relação à um sistema de coordenadas conhecido, seus atributos que não são relacionados a posição e suas interrelações espaciais, que descrevem como os objetos estão ligados entre si ou como podem relacionar-se entre os outros.

STAR e ESTES (1990) apresentam o SIG como “um sistema de informação que é designado para trabalhar com dados referenciados por coordenadas geográficas”. Em outras palavras, um SIG é ao mesmo tempo um sistema de base de dados com capacidade específica para lidar com dados referenciados espacialmente, bem como um grupo de operações para trabalhar com os dados. Um SIG moderno, segundo aqueles autores, também armazena e manipula dados não espaciais.

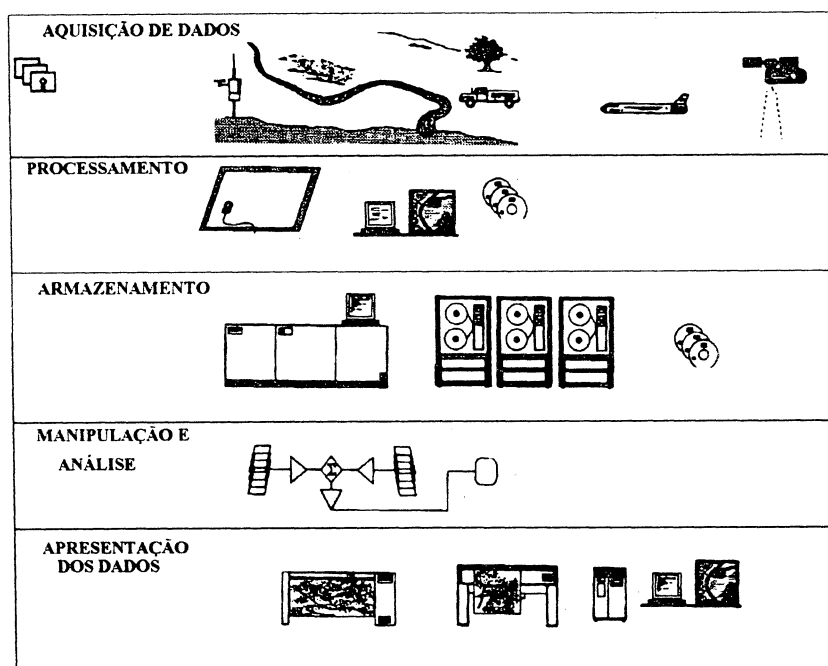
ARONOFF (1989) retrata um SIG como um sistema baseado em computador que é utilizado para armazenar e manipular a informação geográfica. CASSETARI (1993) descreve que um SIG, como ferramenta, inclui processos de aquisição e entrada de dados no formato compatível com o computador, um método apropriado de gerenciamento destes dados no meio computacional, a análise dos dados em vários modos e a apresentação dos resultados. Todos os elementos descritos são essenciais em um SIG, mas uma ênfase relativa a cada aspecto depende do propósito para qual o sistema foi originalmente concebido.

Em outras palavras, um SIG consiste de computador, *software* e periféricos que transformam dados espaciais geograficamente referenciados em informação sobre a posição (localização), interações espaciais e relacionamentos geográficos de determinada entidade que ocupa o espaço no meio natural (CASTLE - 1993).

De uma certa forma, nas definições de SIG apresentadas nos últimos anos, como a proposta por BURROUGH em 1986 até algumas das mais recentes, o

modo de se tratar um SIG é semelhante; levando ainda em consideração que cada autor procura dar ênfase em determinado aspecto, pode-se considerar que um SIG é constituído por cinco elementos básicos: aquisição de dados, processamento, armazenamento, manipulação e análise e apresentação dos dados (saída) como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Elementos essenciais de um SIG



Fonte: Adaptado de STAR e ESTES (1990)

2.2.1 Entrada De Dados Espaciais

Segundo BURROUGH (1986), a entrada de dados é a operação de codificação dos mesmos e sua gravação na base de dados. Existem diversas fontes de dados para um sistema de informação, sendo que a maioria das fontes não estão prontas para serem utilizadas, fazendo-se necessário algumas adequações.

Os mapas, de uma maneira geral, representam a principal fonte de dados para um SIG. A conversão do modo analógico para o digital, geralmente se dá através do processo da digitalização. O principal dispositivo para esta conversão é a **mesa digitalizadora**.

Segundo QUINTANILHA (1996), SCARIN e TEIXEIRA (1994), MONTGOMERY e SCHUCH (1993), MARBLE e PEUQUET (1990) e ARONOFF (1989) o processo de **digitalização** pode ser feito no modo contínuo ou ponto a ponto. Neste último, com o mapa fixado à mesa, estando esta já calibrada em função das coordenadas da área representada no mapa, o usuário escolhe os vértices que melhor definem as feições, pressionando em um dos botões do cursor para que possa ser processado o envio das coordenadas ao computador. No modo contínuo, as coordenadas são lidas continuamente à medida que o operador percorre as feições com o cursor. O modo contínuo apresenta a vantagem de ser mais rápido, porém, como as coordenadas são lidas continuamente, acarreta um aumento no tamanho dos arquivos, pois para cada coordenadas gravada, o sistema reserva uma quantidade de memória para armazená-la. Alguns procedimentos podem ser adotados para minimizar este problema, como a adoção de *softwares* que armazenem as coordenadas a cada intervalo de tempo ou distância. Alguma atenção especial deve ser tomada no processo de digitalização ponto a ponto, para eliminar ou minimizar possíveis erros, como o de fechamento, excesso de vértices, quebra de objetos, entre outros. QUINTANILHA (1996) relata que, em ambos os modos de digitalização, o tempo excessivo necessário para a digitalização e os custos decorrentes desses prazos e da operação são desvantagens desse processo.

A produção da base cartográfica digital, no que diz respeito à utilização em SIG, sempre foi considerada um processo lento, o que elevava o custo de

implementação de um sistema de informações. Nas décadas de 70 e 80, a utilização de bases cartográficas digitais encontrava restrições devido à capacidade limitada dos computadores. A década atual, presenciou o crescente desenvolvimento de ferramentas computacionais poderosas, como *workstations*, servidores e computadores pessoais (*Personal Computers* - PC) baseados em *Chips* Pentium, possuindo a capacidade de controlar e manipular todo o conteúdo de mapas complexos e cartas, não somente em estruturas vetoriais como também imagens matriciais. A grande maioria dos SIG's apresenta capacidade de manipular ambos os formatos de imagens, matricial e vetorial, inclusive fazendo a integração entre eles. A utilização de imagens matriciais apresenta algumas restrições quando o sistema está baseado em computadores de pequeno porte, criando limitações quanto ao armazenamento e recuperação dos dados, tornando o processo lento comparado com a imagem vetorial. A solução indicada neste caso é a vetorização da imagem matricial posteriormente à digitalização automática.

Apesar de não terem sido desenvolvidos para aplicações cartográficas, usualmente têm-se usado *scanners* de mesa, geralmente em formato A4. Os *scanners* de mesa apresentam algumas limitações para aplicações cartográficas, como por exemplo o pequeno formato, que dificulta a digitalização automática de grandes cartas.

QUINTANILHA (1996) descreve que as resoluções espacial e radiométrica do *scanner* a ser utilizado devem ser suficientes para a geração de arquivos com imagens em representação matricial, onde as linhas de pouca espessura possam ser discriminadas, o texto esteja legível, a classificação temática respeitada, etc. O acompanhamento das atividades de captura dos dados, deverá permitir o ajuste do limiar de tonalidades para melhoria de contraste da imagem, o acompanhamento do processo de captura via monitor e a gravação de arquivos digitais compactados.

O princípio de funcionamento dos *scanners*, baseia-se nos processos de absorção e reflexão de luz. As partes mais escuras da imagem absorvem mais luz e partes mais claras refletem mais luz, sendo as graduações intermediárias entre o preto e o branco ditadas pelas porcentagens de luz absorvidas ou refletidas (QUINTANILHA, 1996).

Segundo CARVER e BRUNSDON (1994) os parâmetros básicos a serem controlados durante o processo de digitalização automática são: a complexidade do desenho, o tamanho do elemento da imagem matricial a ser gerada, o ponto inicial escolhido para a aplicação do algoritmo de rasterização, a direção de rasterização adotada pelo algoritmo, o método de rasterização e os erros advindos da transformação.

NEWBY (1995) relata que para justificar o investimento em um *scanner* para converter imagens analógicas em digitais é necessário planejar como fazer uso de toda a sua capacidade. Têm havido muita especulação sobre se há necessidade de dispendir grandes somas para um scanner de alta qualidade concebido especialmente para aplicações cartográficas, ou se sistemas de custo muito mais baixo concebidos para tarefas mais simples, podem conduzir a resultados aceitáveis.

Muitos aparelhos existentes no mercado podem ser utilizados para aplicações cartográficas, entretanto algumas características devem ser levadas em consideração ao se analisar um *scanner*, tais como a sua resolução e outros aspectos técnicos. Segundo BURROUGH (1986), por melhor que seja o *scanner* e o *software* utilizado, a imagem resultante estará longe da perfeição, pois ela conterá todos os defeitos do mapa original e mais os erros decorrentes do processo de digitalização automática.

BALTSAVIAS e PATIAS (1990) relatam os principais problemas e erros relacionados aos *scanners* de mesa:

- **distorção devido às lentes ou outras partes ópticas** - refere-se principalmente aos erros geométricos como a distorção radial e tangencial;

- **erros de subamostragem** - este tipo de erro ocorre quando o mapa original é digitalizado automaticamente (rasterizado) com resolução menor que o original. Os pixels na direção horizontal são filtrados e reamostrados;

- **produção de manchas** - devido à alta velocidade de digitalização automática as feições horizontais, especialmente as linhas, aparecem grossas e com contraste inferior ao das feições verticais;

- **focalização** - devido ao astigmatismo do sistema de lentes podem ocorrer diferentes planos focais ótimos para padrões horizontais e verticais;

- **falso registro de cores** - devido às aberrações cromáticas das lentes;

- **alcance dinâmico** - se refere à habilidade do sensor em detectar pequenas mudanças em tons de cinza e para acomodar imagens com alto contraste;

- **acurácia radiométrica** - o ruído provocado pela pouca acurácia radiométrica pode ser reduzido por medidas de média, resfriamento do sensor e baixa integração do sinal do sensor e velocidade de leitura;

- **ressonância devido à multiplexidade** - isto ocorre em *scanners* lineares, quando o sinal de um sensor é captado por outro sensor;

- **vibrações** - causadas por instabilidade do sistema de posicionamento do *scanner*, particularmente quando a velocidade do *scanner* é alta;

- **desuniformidade e instabilidade na iluminação** - a falta de uniformidade pode ser devido à fonte de iluminação, efeitos de bordas ou partes ópticas;

- **saturação** - a saturação pode ocorrer se os valores de densidade mínimo e máximo da imagem não são estimados apropriadamente.

2.2.2 Entrada De Dados Não Espaciais

FISHER, apud CASSETARI (1993), descreve que os atributos dos dados são informações complementares para a localização dos dados e descrição da informação do que é um ponto, uma linha ou um polígono. Em um único nível, atributos são alocados para identificar um elemento espacial individual, como um segmento de estrada. Em um nível mais genérico, atributos podem ser usados para identificar grupos de objetos ou como grupo de estradas ou construções. Estruturas com atributos hierárquicos podem ser usadas para estabelecer níveis de objetos complexos, definidos usando um simples atributo. Em uma estrutura de dados mais complexa, alguns elementos possuem mais que um atributo básico, que representam mais que um grupo de entidade, tal como uma linha, que pode fazer parte de uma rodovia e de um limite (CASSETARI, 1993). Ainda de acordo com estes autores, todos os atributos de uma base de dados podem cruzar informações com itens em outros bancos de dados e prover uma grande e importante fonte de dados extras, relacionados com um único objeto inicial.

BURROUGH (1986) cita um exemplo claro de dados não espaciais, e suas relações: Uma rodovia pode ser digitalizada como um conjunto de pixels contínuos, ou como uma entidade linear vetorial. A rodovia pode ser representada na parte espacial do SIG por uma certa cor, símbolos ou dados de localização. Os dados sobre o tipo de rodovia podem ser incluídos por uma variedade de símbolos cartográficos. Uma vez que o usuário deseja também registrar simultaneamente dados

acerca da largura da rodovia, o tipo de superfície, o método e a data de construção, presença de bueiros, entre outras informações possíveis, de uma forma simultânea, então é claro que desde que todos estes dados se referem a uma entidade espacial comum, eles podem ser eficientemente armazenados e processados separadamente dos dados espaciais. Dando a cada tipo de dado um identificador comum, eles podem ser eficientemente ligados de alguma maneira desejada. Similarmente, para pontos e áreas, se espacialmente definidas no formato matricial ou vetorial, os dados espacialmente associados, referindo-se a áreas ou entidades geográficas únicas, podem ser armazenados separadamente de modo que eles possam ser processados facilmente.

2.2.3 Estruturas De Armazenamento De Dados

Todo SIG necessita referenciar os dados espaciais no que diz respeito a sua localização com os dados descritivos, as estruturas de representação dos dados é dividida em vetorial e matricial. A estrutura vetorial considera o espaço geográfico contínuo segundo postulados da Geometria Euclidiana, usando uma coleção de segmentos de linha para identificar os limites de pontos, linhas e áreas. A estrutura **matricial** divide o espaço em elementos discretos, criando uma grade padrão imaginária sobre a área de estudo, onde cada feição é associada a uma célula ou um conjunto de células desta grade. A estrutura de dados matricial pode ser entendida como uma matriz de células, onde cada célula é referenciada pelo número da linha e da coluna, contendo um número que representa o tipo ou valor do atributo que está sendo mapeado. Na estrutura matricial, um ponto é representado por uma única célula, uma linha por um número de células vizinhas alinhadas segundo uma dada direção e uma área por um agrupamento de células vizinhas. É esta dimensão que define a resolução

da malha. As imagens digitais em formato matricial, apresentam um grande volume de dados exigindo compactação dos arquivos (BERRY - 1993; CASTLE - 1993; MONTGOMERY e SCHUCH - 1993 MARBLE e PEUQUET - 1990; ARONOFF - 1989 e BURROUGH - 1986). Dentre os métodos de compactação de arquivos matricial, pode-se citar: Códigos de cadeia, Códigos em seqüência, Códigos de bloco e *Quadtree*. Como afirmam STAR e ESTES (1990), o *quadtree* é o mais sofisticado método de manipulação de dados matriciais. Ele pode prover uma significativa melhora de performance sobre outros métodos mais simples.

As estruturas matriciais apresentam relativa simplicidade, exigindo reduzido esforço computacional, porém, a estrutura de armazenamento de dados que melhor representa a realidade física é a **vetorial**. Segundo BURROUGH (1986), a representação vetorial de um objeto é a tentativa de representá-lo o mais exatamente possível. Supõe-se que o espaço de coordenadas é contínuo, e não quantizado como no espaço matricial, permitindo que sejam definidas com uma boa precisão todas as posições, comprimentos e dimensões. Os elementos físicos do terreno podem ser reduzidos a três entidades básicas: pontos (nós), linhas e áreas ou polígonos . Os **pontos** ou nós, são elementos que podem ser representados por um único par de coordenadas, como por exemplo, um poste, devendo o atributo poste ser armazenado junto com o par de coordenadas que define esta feição. As **linhas**, na verdade, são uma seqüência de pontos (no mínimo dois pontos) que mantêm uma relação de conectividade entre si. De acordo com BURROUGH (1986), o objetivo de uma estrutura de dados poligonais é ser capaz de descrever as propriedades topológicas das **áreas** (isto é, suas formas, vizinhanças e hierarquias), de tal maneira que as propriedades afins destas unidades espaciais básicas podem ser visualizadas e manipuladas como dados de mapeamentos temáticos.

Segundo STAR e ESTES (1990) várias formas de estruturas de dados vetoriais são de uso comum, todas são tipos de base de dados representativas em SIG, bem como padrões de transferência entre sistemas. Algumas formas de estruturas são:

- **estrutura poligonal**: cada *layer* na base de dados é dividido em um grupo de polígonos. Cada polígono é codificado na base de dados como uma seqüência de localizações que define os limites (*boundaries*) de cada área fechada no sistema de coordenadas específico;
- **estrutura DIME** (*Dual Independent Map Encoding*): incorpora informações topológicas de áreas urbanas e faz análises demográficas. Seu elemento básico é a linha definida por dois nós;
- **estrutura arco-nó**: os pontos são os elementos básicos desta estrutura e os elementos na base de dados são estruturados hierarquicamente;
- **estrutura relacional**, nada mais é que uma variante da anterior, acrescida das informações topológicas;
- **estrutura Digital Line Graph (DLG)**, que está baseada em cartas topográficas e 7,5x15min. Segundo MARBLE e PEUQUET (1990) a estrutura DLG é produzida pelo United States Geological Survey (USGS) e reflete a informação cartográfica extraída de cartas nas escalas de 1:100.000 e 1:24.000 dos Estados Unidos. Estes mapas são extremamente bons, particularmente na escala de 1:100.000, que cobrem todo os EUA, sendo que as informações para conversão de dados são extraídos diretamente destas cartas.

Segundo TANG, ADAMS e USERY (1996), atualmente, no estado-da-arte em SIG, feições geográficas são representadas como objetos geométricos com relações topológicas associadas e atributos de classificação. Os SIG's têm sido criticados pelo seu reducionismo uma vez que dividem artificialmente o mundo em partes. O conceito de *overlay* de mapas em SIG decompõe as entidades do mundo real em uma série de *overlays* tomando por base limites rígidos. Classes com limites definidos desta maneira podem não refletir adequadamente a realidade. É evidente a

perda de informação quando um mapa digital de um SIG sobre uma área de interesse é comparada com uma fotografia analógica da mesma área na mesma escala. As abordagens tradicionais de representar feições espaciais nos SIG existentes, tais como vetores e matrizes são primariamente baseadas nos componentes geométricos dos fenômenos espaciais. Relações semânticas e interrelações intrínsecas dos objetos são geralmente negligenciadas. Esta deficiência pode afetar significativamente a capacidade analítica de um SIG.

2.2.4 Conversão No Formato Dos Dados

Muitas das operações realizadas nos SIG's exigem que sejam feitas transformações no formato dos dados armazenados para permitir sua análise posterior, adequando-os de forma a aproveitar melhor a capacidade do *software* e do *hardware*. Alguns sistemas de informação possuem a capacidade de manipular dados matriciais e vetoriais, enquanto que outros *softwares* apresentam melhor performance para um formato específico, tornando necessária a conversão.

2.2.4.1 Conversão Vetorial/Matricial

De acordo com BURROUGH (1986), o processo de conversão de dados vetoriais para matriciais pode acarretar duas fontes de erros, que são de codificação e de má combinação topológica. Ambos os problemas podem ser minimizados com a utilização de uma grade com maior resolução, porém, esta solução acarretaria um correspondente aumento no tamanho dos arquivos.

2.2.4.2 Conversão Matricial/Vetorial

De acordo com SCARIN e TEIXEIRA (1994) muitos *softwares* de SIG apresentam algum tipo de restrição quando se trata de imagens matriciais, principalmente no processo de ligação das entidades gráficas ao banco de dados (processo necessário para a visualização na base cartográfica digital das consultas realizadas no banco de dados), apresentando também restrições quanto ao volume de dados que as mesmas geram e dificuldade na geração da topologia. Estes *softwares* necessitam de algoritmos mais elaborados para tal tarefa. As restrições acima, são facilmente contornadas quando se utiliza imagens no formato vetorial. Desta forma, recomenda-se proceder a conversão da imagem do formato matricial para o vetorial, adequando-o assim ao *software*. Entre os processos de conversão existentes pode-se citar alguns dos mais comuns:

- (a) vetorização manual (direta na tela - *heads-up digitizing*);
- (b) vetorização semi-automática;
- (c) vetorização automática.

A **vetorização manual** consiste basicamente em seguir cada feição matricial com o cursor e escolher os pontos que a modelem na estrutura vetorial, sendo necessário definir o tipo de entidade gráfica que será usada para modelá-la (linhas, círculos e curvas) e os atributos de cada feição cartográfica (nível, cor e estilo). Os erros associados a este tipo de processo estão relacionados ao operador, no que diz respeito as dificuldades de vetorizar as entidades pelo centro dos pixels e ao *software* utilizado (SCARIN e TEIXEIRA, 1994).

O processo de **vetorização semi-automática** que também é conhecido como vetorização supervisionada, conjuga o método automático com o manual de maneira interativa com o operador. Neste método de conversão, cabe ao operador identificar o ponto inicial de cada linha, que deve ser vetorizada automaticamente pelo sistema até o cruzamento com novas linhas ou outros obstáculos, onde novamente é requerida a intervenção do operador, indicando o caminho a seguir (SCARIN e TEIXEIRA - 1994, MONTGOMERY e SCHUCH - 1993, BURROUGH 1986, TOMLINSON e BOYLE - 1981).

Este procedimento de vetorização pode ser usado em mapas com alta densidade de linhas, mas funciona melhor em mapas com baixa densidade de linhas. A vetorização pode ser seletiva, definindo as feições que se deseja converter e seus atributos, não havendo perdas na representação gráfica. Permite vetorização de entidades gráficas lineares tomando como referência o centro do *pixel*, proporcionando boa precisão e conformidade no resultado final.

Na **vetorização automática** o processamento é feito sem ajuda do operador, segundo regras preestabelecidas. O método é recomendado para vetorização de linhas independentes, como curvas de nível, ou polígonos temáticos livres de textos ou símbolos.

Os erros mais comuns cometidos na vetorização automática são perda da representação gráfica, ligação incorreta de linhas, fechamento incorreto de polígonos e entidades gráficas em níveis incorretos.

2.2.5 Sistemas De Gerenciamento De Banco De Dados (SGBD)

TANG, ADAMS e USERY (1996) descrevem que um modelo de dados é uma abstração da realidade. Para descrever a realidade em um modelo de dados, é requerido formalizar as regras para definir os componentes e suas relações. Dentre as muitas definições de um modelo de dados, pode-se considerar que um modelo de dados consiste de três componentes: um conjunto de tipos de estruturas de dados, um conjunto de operadores para manipular estes tipos e um conjunto de regras de integridade para governar o estado da base de dados. As regras de integridade incluem um conjunto de restrições de integridade que podem controlar as construções e operações dos dados em diferentes aplicações. Um modelo de dados espaciais requer tais restrições de integridade porque os componentes definidos no módulo de dados geralmente são específicos à aplicação.

As estruturas de gerenciamento de banco de dados utilizados em SIG devem ser capazes de permitir que os dados possam ser acessados o mais rápido possível e referenciados. Os sistemas de gerenciamento de banco de dados são a peça fundamental de um SIG, pois são estes sistemas que gerenciam a entrada, o armazenamento, saída e recuperação dos elementos de uma base de dados digital. Existem diversos modelos de estruturas de dados, dentre elas, pode-se destacar os arquivos de lista simples; arquivos ordenados sequencialmente; arquivos indexados que podem ser divididos em arquivos diretos e arquivos invertidos BURROUGH (1986).

Os dados de uma base de dados, geralmente, estão contidos em diversos arquivos, fazendo-se necessário a utilização de **estruturas de base de dados** para uma melhor performance no processo de acesso aos dados. Até a década de

oienta, existiam três estruturas que mereciam destaque para aplicações complexas com banco de dados: estrutura hierárquica, em rede e relacional.

A **estrutura hierárquica**, é aquela que relaciona os dados em uma relação de um para muitos, apresentando ramificações a partir de elementos chaves, assumindo que cada parte da hierarquia possa ser alcançada com a utilização destas chaves, que descrevem plenamente a estrutura de dados. Neste tipo de sistema, presume-se que possa existir uma boa correlação entre os atributos chaves e os atributos associados que os itens possam possuir. Em um sistema hierárquico, as pesquisas estão restritas a “ir para cima” e “para baixo”. Em muitas situações requer-se uma ligação muito mais rápida, particularmente em estruturas de dados para feições gráficas onde itens adjacentes num mapa ou figura precisam ser ligados ainda que os dados reais relativos às suas coordenadas possam estar escritos em partes muito diferentes da base de dados. Os **sistemas em rede** preenchem esta necessidade (BURROUGH, 1986).

Nas estruturas de **base de dados relacional**, os dados são armazenados em registros simples, contendo um conjunto ordenado de valores de atributos que são agrupados em tabelas bi-dimensionais. Cada tabela ou relação é normalmente um arquivo separado. A estrutura de ponteiro em modelos em rede e as chaves nas estruturas hierárquicas são substituídas pela redundância de dados na forma de códigos de identificação, que são usados como chaves únicas para identificar os registros em cada arquivo (BURROUGH, 1986). Este tipo de estrutura utiliza de regras da lógica Booleana e de operações matemáticas, satisfazendo todas as indagações que possam ser feitas ao banco de dados.

Complementando o conceito de gerenciamento de banco de dados, hoje, o estado-da-arte em gerenciamento de banco de dados, são os sistemas

orientados a objetos. De acordo com TANG, ADAMS e USERY (1996), em um sistema baseado em feições orientado a objeto, os usuários se referem a objetos ao invés de registros e campos de uma relação. A complexidade de objetos espaciais requer métodos para definir e usar tipos e operações de dados apropriados. A maioria dos *softwares* de SIG permite a codificação de relações topológicas tais como vizinhança e inclusão entre objetos espaciais em tabelas relacionais de nós, linhas e polígonos. Entretanto, objetos complexos vinculados com relações não espaciais são requeridos para muitas aplicações. Na busca por um modelo de dados mais rico para codificar entidades geográficas complexas, muitos pesquisadores têm focalizado na abordagem orientada a objetos como uma alternativa para tratar as feições geográficas e as relações de uma maneira holística.

Ainda segundo aqueles autores, em um sistema orientado a objeto cada elemento de uma feição pode ser percebido como um objeto. Para construir um SIG baseado em feições, os objetos devem incluir, embutida nas variáveis e nos métodos da instância, informações suficientes, relações e funcionalidade para sustentar análises e consultas espaciais. Os objetos podem conter seis elementos: identificador único, informação posicional, relações topológicas, atributos não espaciais, relações não topológicas e métodos. A inclusão desses seis elementos em um objeto baseado em feições pode realçar o esquema holístico de representação dos fenômenos do mundo real. Com base nesses componentes de objetos baseados em feição e nos conceitos de representação de feições, duas modalidades de tipos de objetos podem ser definidas, o objeto feição e objeto geométrico. O objeto feição é utilizado para descrever as características não espaciais de uma feição geográfica, enquanto que o objeto geométrico é usado para armazenar a informação sobre a localização espacial da feição geográfica.

TANG, ADAMS e USERY (1996), descrevem que, “um SIG baseado em feições orientadas a objeto provê abstração. Baseado nos mecanismos de abstração, uma rede de objetos associados com suas interrelações pode ser formada. O propósito da abstração é fornecer conceitos mais ricos e mais expressivos com os quais seja possível capturar mais significados do que era possível com os modelos de dados clássicos. Esses mecanismos são úteis para expressar os níveis hierárquicos das feições geográficas. O desenvolvimento de um modelo de dados baseado em feições orientado a objetos combina cinco mecanismos de abstração, classificação, generalização, especialização, agregação e associação. O modelo orientado a objeto oferece mecanismos para facilitar o desenvolvimento de um SIG baseado em feições”.

Ainda segundo aqueles autores, a abordagem baseada em feições, comparada aos modelos tradicionais geo-relacionais baseados em *layers*, apresenta vantagens ao disponibilizar um modelo para a representação de feições do mundo real. Este modelo realça a representação de feições de uma maneira holística, uma vez que cada feição pode descrever a informação total sobre uma localização e as relações com outras feições para uma aplicação específica.

3 DESCRIÇÃO DA ÁREA TESTE E LISTA DE MATERIAIS UTILIZADOS

O município de Presidente Prudente no qual está inserida a área de estudo, localiza-se na região da Alta Sorocabana do estado de São Paulo (Figura 2), apresentando uma área de aproximadamente 555 Km². Segundo dados censitários do ano de 1996, o município apresenta uma população de aproximadamente 172.000 habitantes, com 62.439 domicílios, assim distribuídos: 48.091 ocupados para uso particular, 1.925 para uso ocasional, 303 fechados e 4.895 vagos, existindo ainda 7.167 unidades não residenciais e 424 unidades de habitação em domicílios coletivos localizadas na região central do município (Figura 3). A área teste tem uma área de 1.7 Km², com 153 quadras, 6.137 registros cadastrais, em 2.979 unidades de lotes, denominada MR11 (Figura 4).

Figura 2 - O Município de Presidente Prudente no Estado de São Paulo

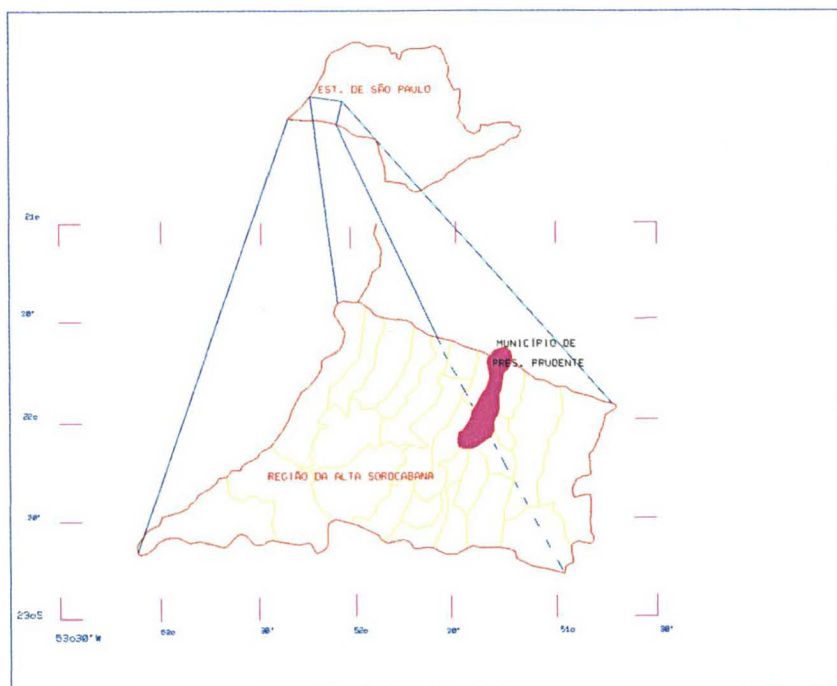
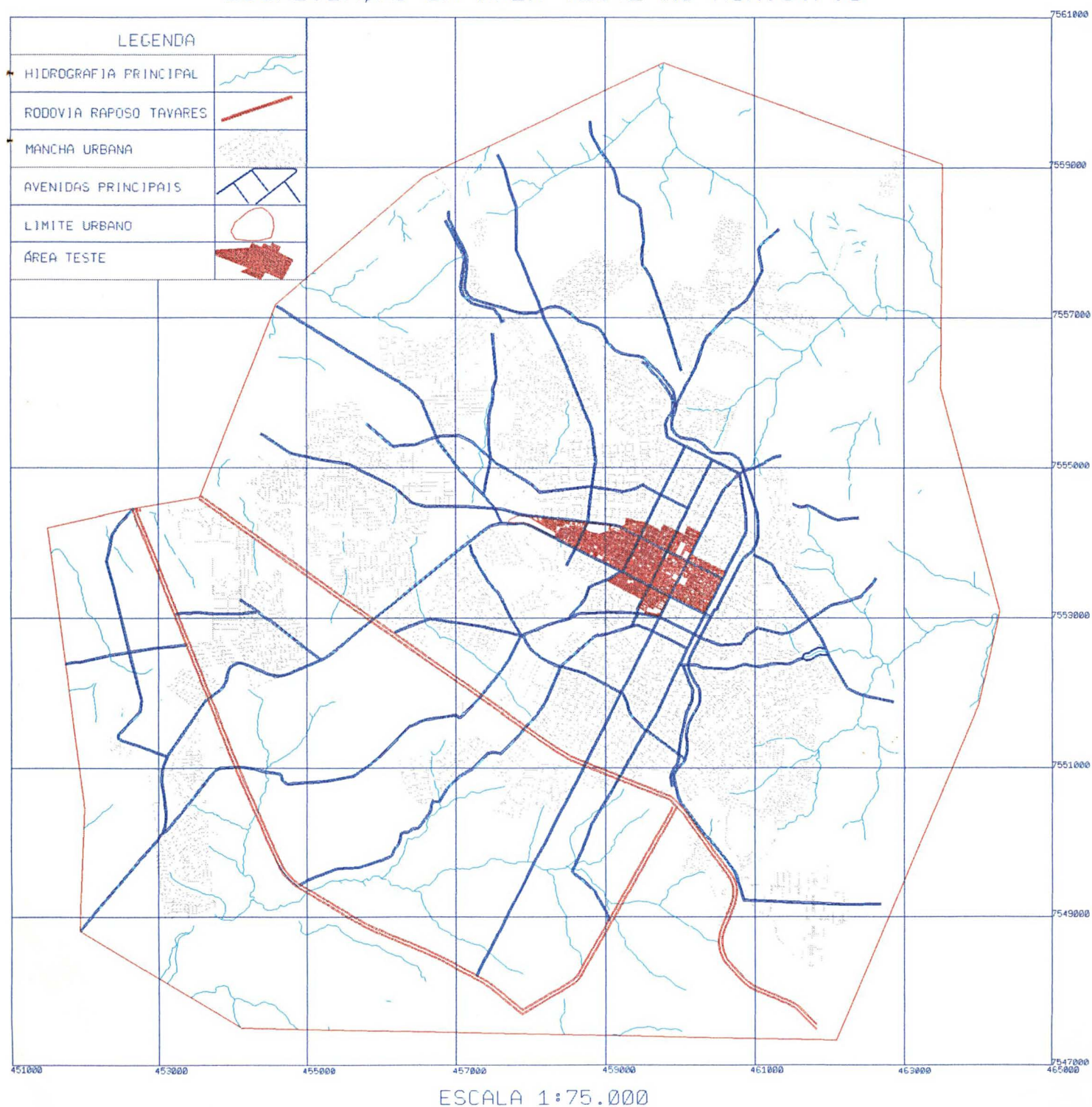
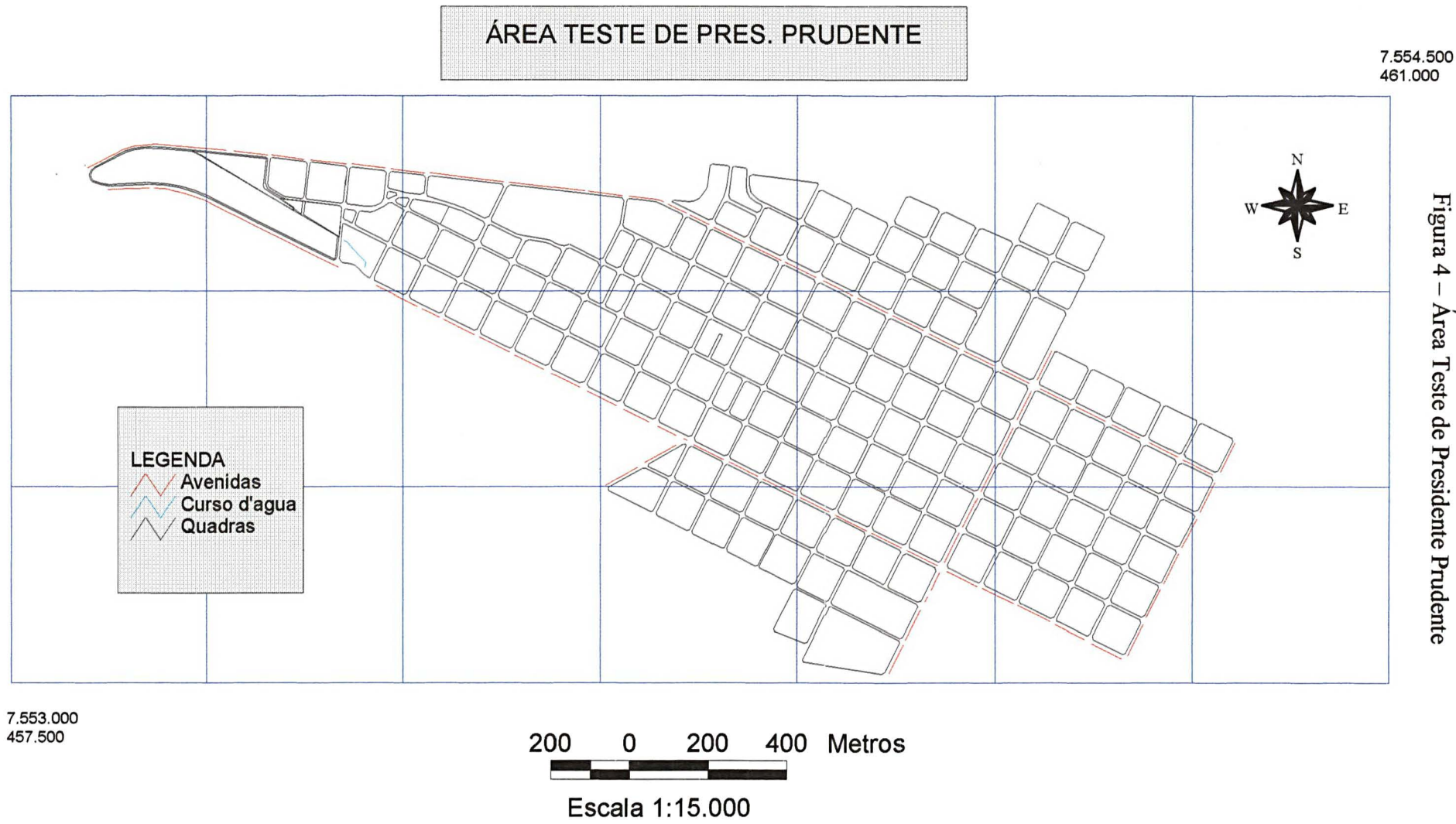


Figura 3 – Localização da área teste na área urbana de Presidente Prudente

MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE - ÁREA URBANA

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA TESTE NO MUNICÍPIO





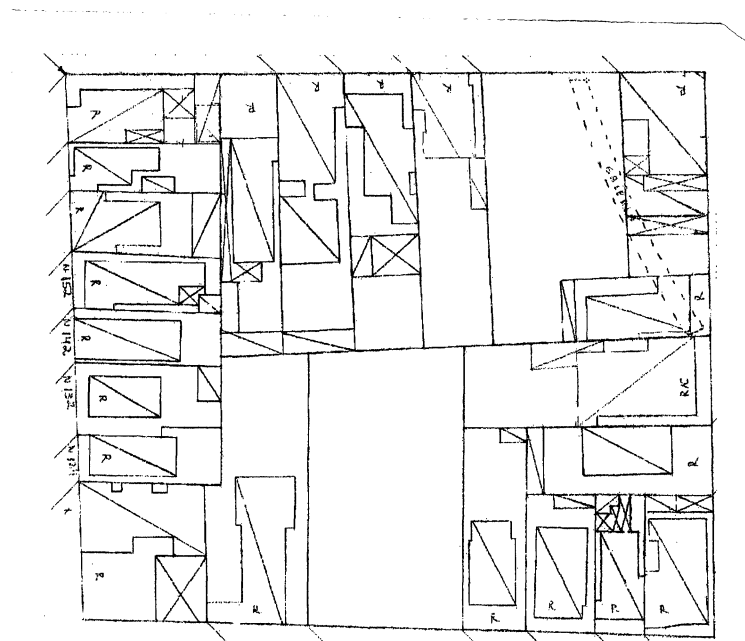
A Prefeitura Municipal de Presidente Prudente, dispõe de uma base cartográfica em formato digital gerada através de recobrimento aerofotogramétrico, realizado pela empresa Base Aerofotogrametria e Projetos S.A. em Setembro de 1995. O recobrimento aerofotogramétrico foi realizado na escala 1:25.000, apresentando como produto final, restituição digital na escala 1:10.000 do Município e restituição digital na escala 1:5.000 da área urbana com aproximadamente 80 Km². Esta base cartográfica, no que diz respeito à área urbana, contém basicamente o sistema viário com as quadras, faltando portanto, algumas feições como os lotes e as edificações para serem atualizadas.

As plantas, contendo as quadras com os lotes e edificações foram obtidas do cadastro técnico multifinalitário realizado entre os anos de 1984 e 1985. Posteriormente, estas plantas sofreram diferentes processos de atualização da seguinte forma: no ano de 1989 foi criada e aprovada a lei municipal número 2830/89, para autoregumentação das unidades imobiliárias, na qual com apenas um croqui da planta baixa contendo as mudanças que as propriedades haviam sofrido, o proprietário regulamentava seu imóvel. No ano de 1992, foi criada e aprovada a lei 3361/92 (alvará de conservação), também utilizada para regulamentação de imóveis. No entanto, ao invés de um simples croqui, a planta baixa deveria ser executada por um profissional habilitado. Por fim, a atualização dos lotes, se deu através de um recadastramento imobiliário realizado através de topografia no ano de 1993, que gerou as plantas de quadra atualizadas do município de Presidente Prudente na escala de 1:500 (Figura 5), estas plantas de quadras serviram de base para a atualização da base cartográfica.

A decisão de escolha da área teste prende-se ao fato de que a Prefeitura encontrava-se no início do processo de implantação de um sistema de geoprocessamento com base no sistema MaxiCad/dbMapa, sistema este disponível nos

laboratórios de computação do Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da UFPR, aliado ainda às facilidades apresentadas pela Prefeitura, no que diz respeito à cessão da base cartográfica digital, do banco de dados e das plantas para a atualização dos lotes e edificações.

Figura 5 - Planta topográfica dos lotes e edificações que serviram de base para
atualização cartográfica



Escala 1:500

Para a realização deste trabalho, foram empregados os materiais e equipamentos de três instituições como segue:

Da Prefeitura Municipal de Presidente Prudente:

- Três computadores PC Pentium 75 Mhz, com 40, 16 e 8 Mbytes de memória RAM;
- Mesa Digitalizadora modelo DigGrafic, formato A0;
- Mesa digitalizadora modelo SUMAGRAFIC, formato A3;
- *Software* MaxiCad;
- *Software* DbMapa;
- *Software* Access 2.0;
- *Software* dBASE III;
- Base cartográfica digital contendo as quadras;
- Plantas cadastrais contendo os lotes e as edificações.

Da Faculdade de Ciências e Tecnologia - UNESP:

- Scanner de mesa modelo HP ScanJet II c, com resolução de até 3.000 dpi;
- Computador PC, Pentium 75 Mhz, 8Mbytes de memória RAM;
- Computador PC, 486 DX 66 Mhz, 8Mbytes de memória RAM;
- *Software* MicroStation 5.0;

Do Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da UFPR:

- Computador IBM PC Server, Pentium 100 Mhz, 32Mbytes de memória RAM;
- Impressora HP LaserJet;
- Impressora HP DeskJet 600c;
- Mesa digitalizadora modelo DesignGrafic, formato A0;
- *Software* MicroStation 5.0;
- *Software* MaxiCad;
- *Software* DbMapa;
- *Software* Access 2.0

4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O desenvolvimento do projeto visa abranger todas as etapas a que um órgão público está sujeito para implantar um sistema de geoprocessamento. O projeto foi dividido em duas etapas, na primeira, atualizou-se a base cartográfica digital da área teste de Presidente Prudente, segundo a sequência apresentada na Figura 6 comparando dois procedimentos realizados para a atualização. Na segunda etapa do trabalho, gerou-se um banco de dados no ambiente Access 2.0, a partir do banco de dados existente na Prefeitura Municipal de Presidente Prudente, que estava no ambiente dBASE III, adicionando alguns campos que inexistiam, para posteriormente implementar um sistema de consulta ao banco de dados, com visualização na base cartográfica digital, como pode ser visto na Figura 7.

Figura 6 - Seqüência de atualização

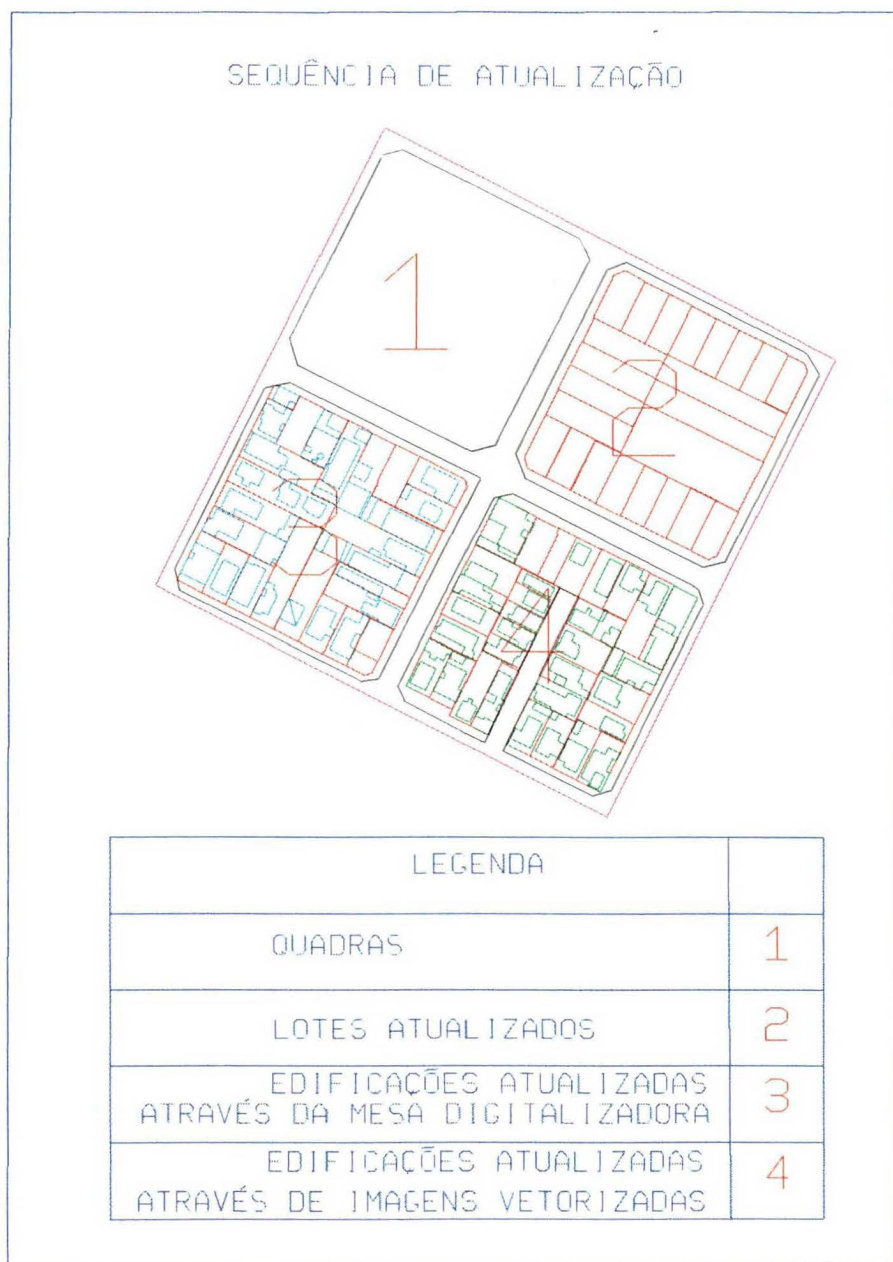
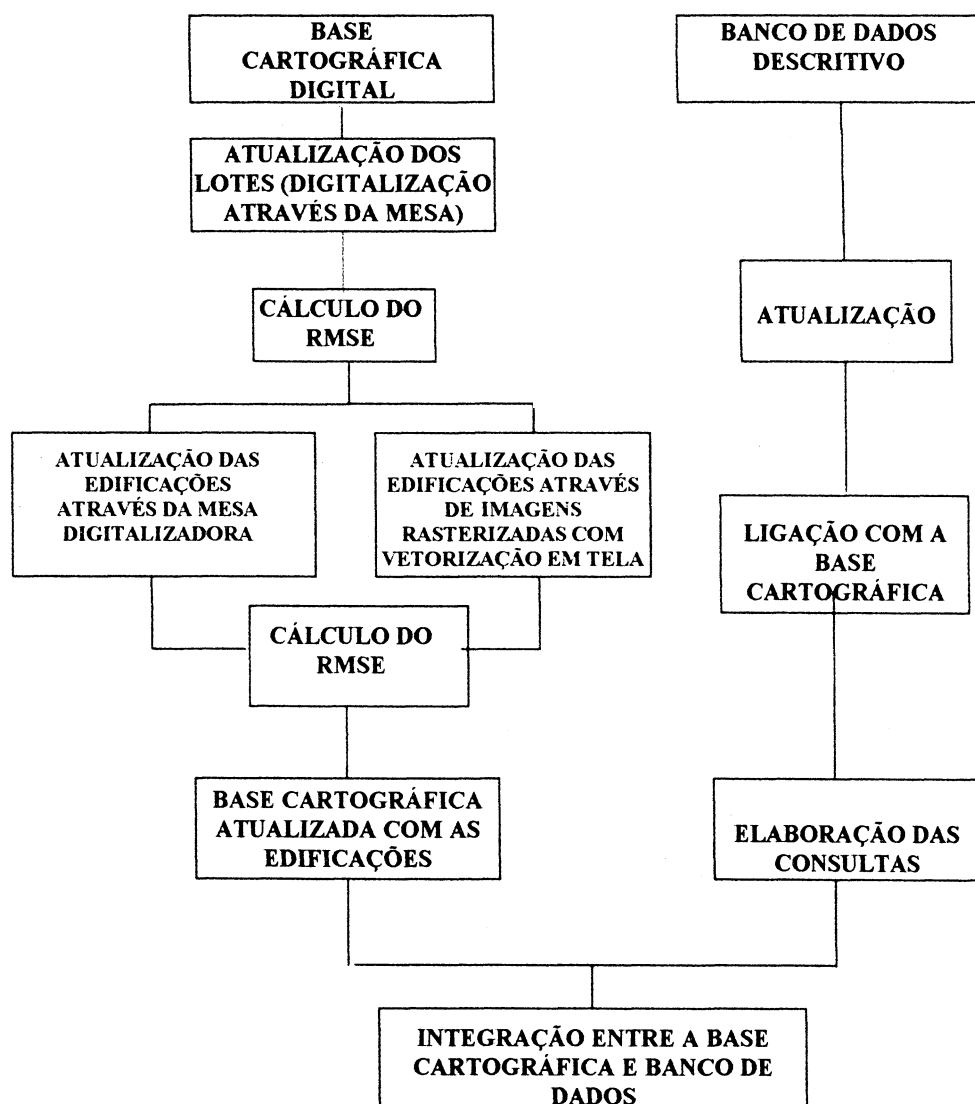


Figura 7 - Fluxograma das etapas do projeto



4.1 Atualização Da Base Cartográfica

Visando implementar uma proposta de atualização de bases cartográficas, escolheu-se um procedimento que gere parâmetros para comparar o processo de atualização via mesa digitalizadora com outra alternativa, que consiste no emprego de *scanner* para realizar a digitalização automática das imagens seguido pelo processo de vetorização.

No procedimento de atualização, em uma primeira etapa, realizada em conjunto com a Prefeitura Municipal de Presidente Prudente, utilizou-se a mesa digitalizadora para atualização dos lotes. A base cartográfica que serviu para atualização é resultado de levantamento topográfico realizado para o cadastro técnico, na escala de 1:500, mostrado anteriormente na Figura 5. A base cartográfica contendo a área teste está referenciada ao sistema de coordenadas UTM, o que não acontece com as plantas a serem digitalizadas. O *software* MaxiCad apresenta recursos de orientação de mesa a partir de pontos em comum na base digital e na planta a ser digitalizada. Este recurso se destina aos casos onde não existem informações a respeito das coordenadas reais do material a ser digitalizado. Para realizar a orientação por este procedimento deve-se escolher uma série de pontos na base digital via tela, e buscar seus homólogos no material analógico. O procedimento de orientação foi realizado individualmente para cada planta da seguinte forma: criou-se um novo nível, denominado de “Poligonal de Controle” (Figura 8); escolheu-se pontos de controle identificáveis na planta (mínimo de quatro e máximo de dez), inserindo-se símbolos nestes pontos (Figura 9). Posteriormente, selecionou-se todos os níveis a serem apagados, com exceção daquele que continha os pontos de controle (Poligonal de

Controle). O próximo passo foi o de selecionar a opção “Modos”, e dentro desta, a opção “Orientado”(Figura 10)

Figura 8 - Criação do nível “Poligonal de controle” para orientação

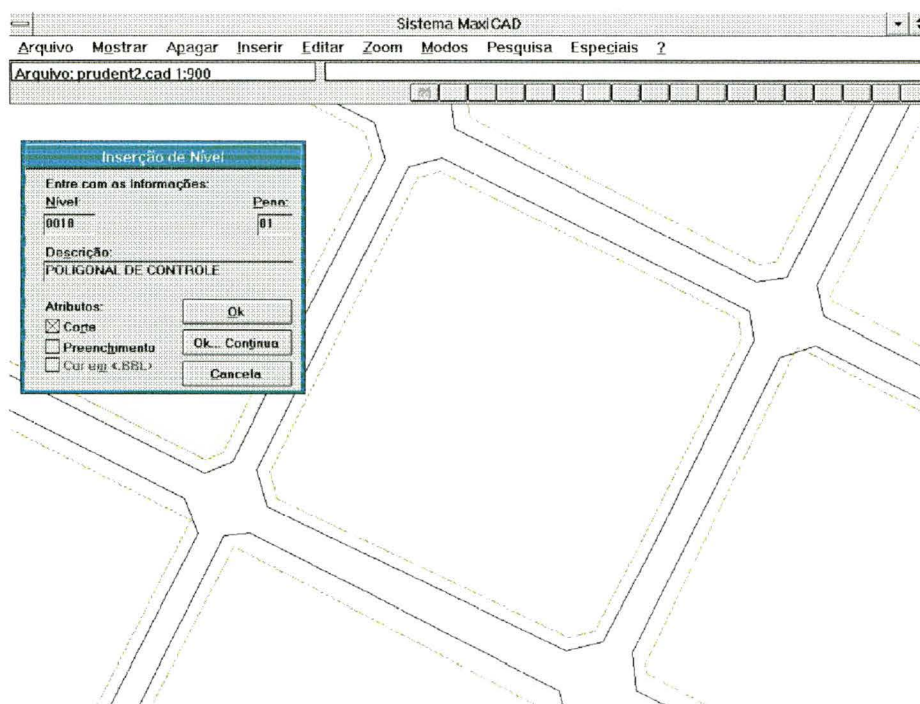


Figura 9 - Pontos de controle destacados

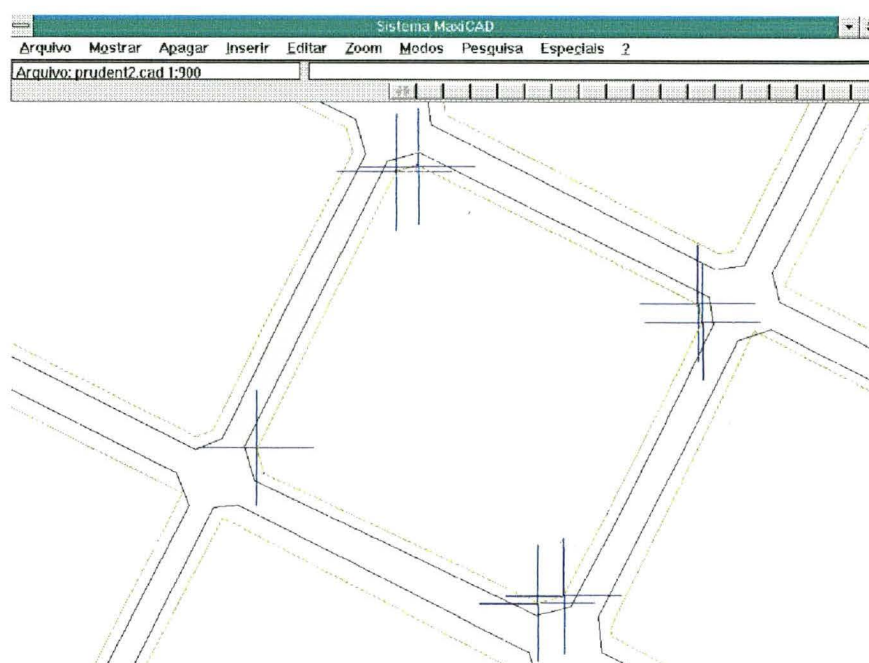
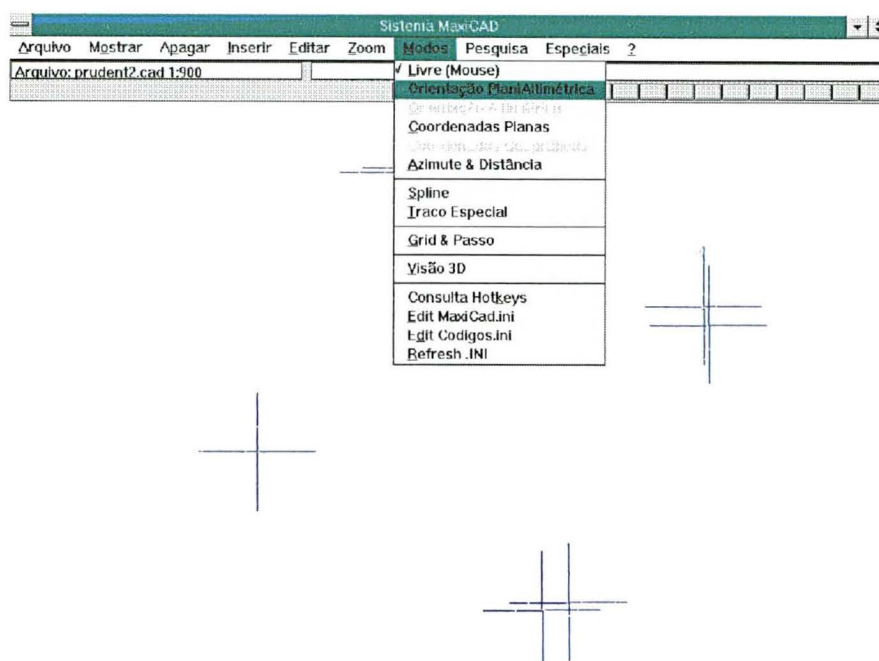
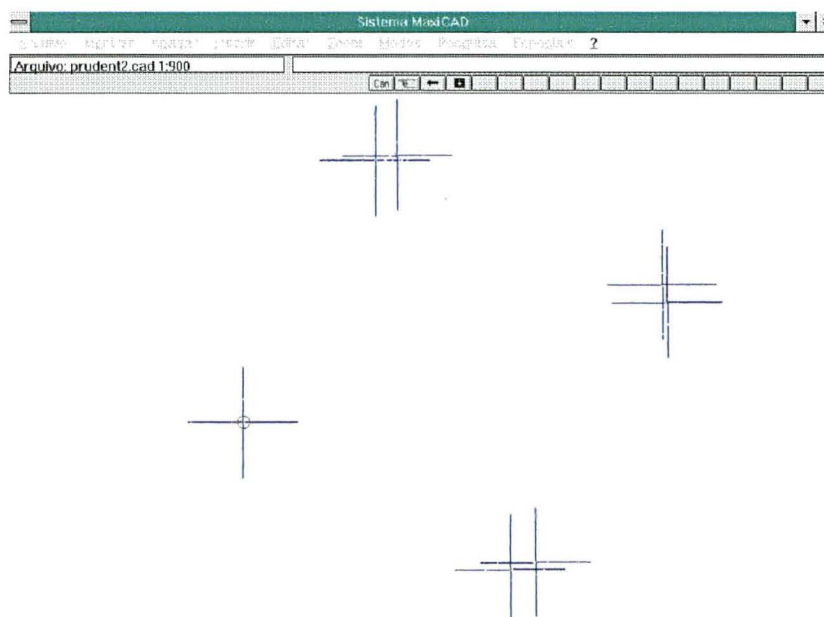


Figura 10 - Menu para orientação e pontos de controle



Após esta última etapa, o primeiro símbolo introduzido (primeiro ponto de controle) estará destacado por um círculo, indicando que o sistema espera a introdução da coordenada deste ponto, através da digitalização (Figura 11).

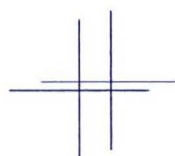
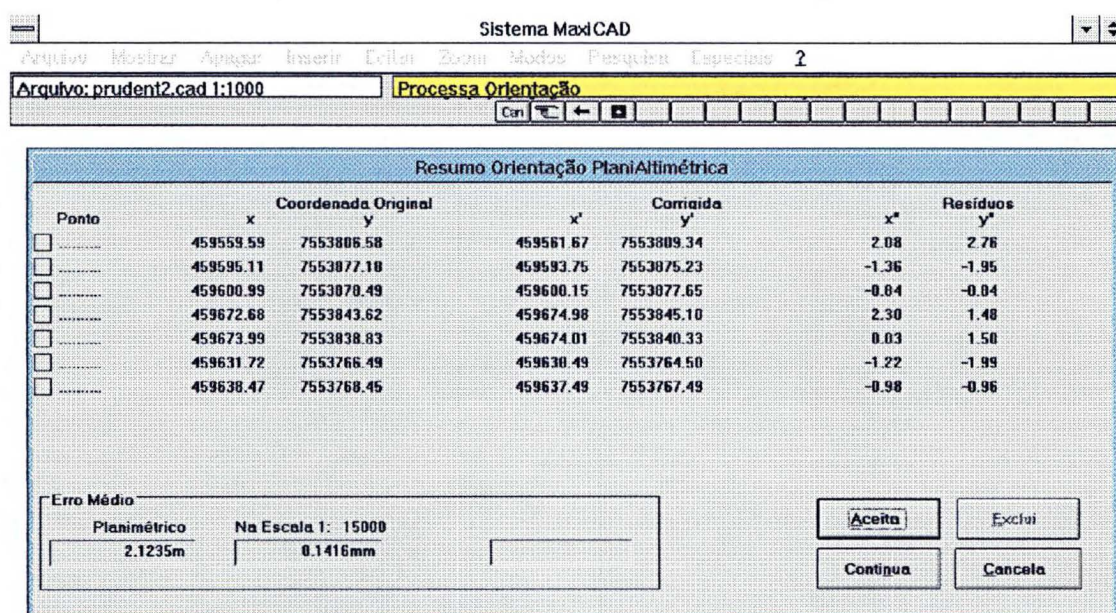
Figura 11 - Primeiro ponto de controle destacado



Após a digitalização do primeiro ponto, o sistema necessitará da digitalização dos demais pontos de controle, seguindo a sequência em que os mesmos

foram introduzidos. Tendo digitalizado o último ponto, processa-se a orientação, com auxílio do aplicativo “processar”. O sistema informa, através de uma janela, os resíduos do processo de orientação e o erro ocorrido (Figura 12). Pode-se aceitar ou rejeitar a orientação, podendo ainda eliminar os pontos de orientação que apresentem maior resíduo, processando novamente a orientação.

Figura 12 - Processo de orientação



Tendo realizado a operação de orientação da mesa, realizou-se o processo de digitalização, atualizando os lotes da área teste (Figura 13).

O controle de qualidade foi realizado nas diversas etapas do trabalho, buscando parâmetros que indicassem para o prosseguimento do processo de atualização da base cartográfica. Optou-se pelo cálculo do parâmetro de controle definido pelo erro médio quadrático (RMSE - *Root Mean Square Error*). Escolheu-se

este método devido à facilidade de classificar bases cartográficas segundo um padrão conhecido.

Usualmente, para o cálculo deste parâmetro, devia-se usar pontos de controle bem definidos no terreno, comparando-os com coordenadas coletadas diretamente na base cartográfica digital. A utilização de pontos de controle definidos no terreno para o cálculo do RMSE elevaria o custo do processo de controle de qualidade. MASRY (1981), SOUZA (1982), LUGNANI (1984) e VIADANA (1992), descrevem e demonstram a qualidade da utilização de feições retas para o controle e cálculo do RMSE. Devido a existência de poucos pontos de controle com coordenadas conhecidas para o cálculo do RMSE na área de estudo, optou-se por utilizar medidas de distância das testadas (Figura 14), que podem ser extraídas diretamente dos boletins de informação cadastral, que foram obtidas por medidas à trena. Necessitando de um maior rigor geométrico, estas medidas deveriam ser obtidas através de levantamentos mais acurados, como os realizados com o emprego de teodolitos ou distanciômetros eletrônicos. O uso de medidas à trena é justificado pelo fato de que o principal objetivo do trabalho é o de comparar dois procedimentos de atualização, e não de classificá-los. O *software* em questão, o MaxiCad, permite que sejam feitas medidas de distâncias de feições lineares diretamente na tela. As distâncias utilizadas para o cálculo do RMSE estão na Tabela 1, assim como a diferença entre as distâncias.

$$RMSE = (D^2/N)^{1/2}$$

$$D^2 = d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2$$

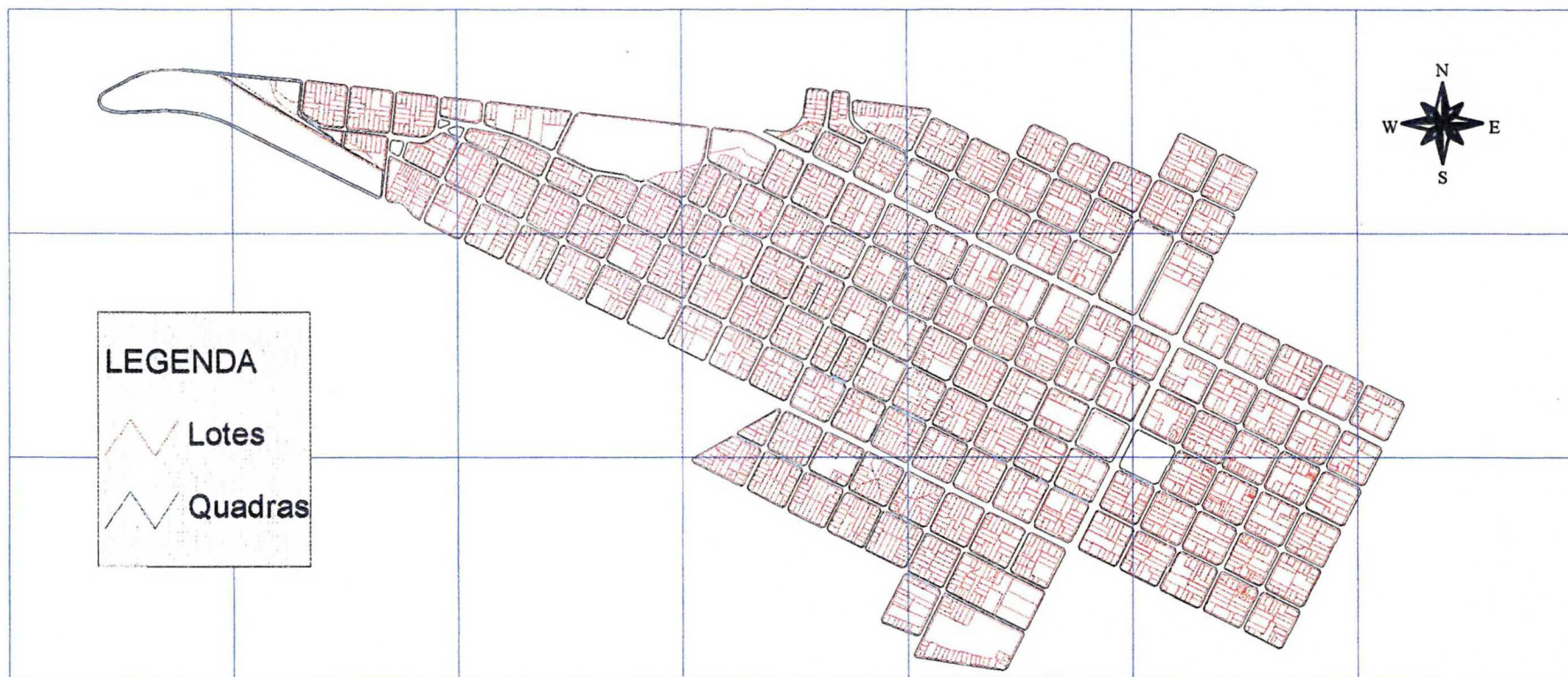
d = diferença nas medidas de distância lidas na base digital com as reais

N = número total de distâncias checadas para controle.

Fonte: Adaptado de ASPRS (1988)

LOTES ATUALIZADOS À ÁREA TESTE VIA MESA DIGITALIZADORA

7.554.500
461.000



LEGENDA

Lotes

Quadras

7.553.000
457.500

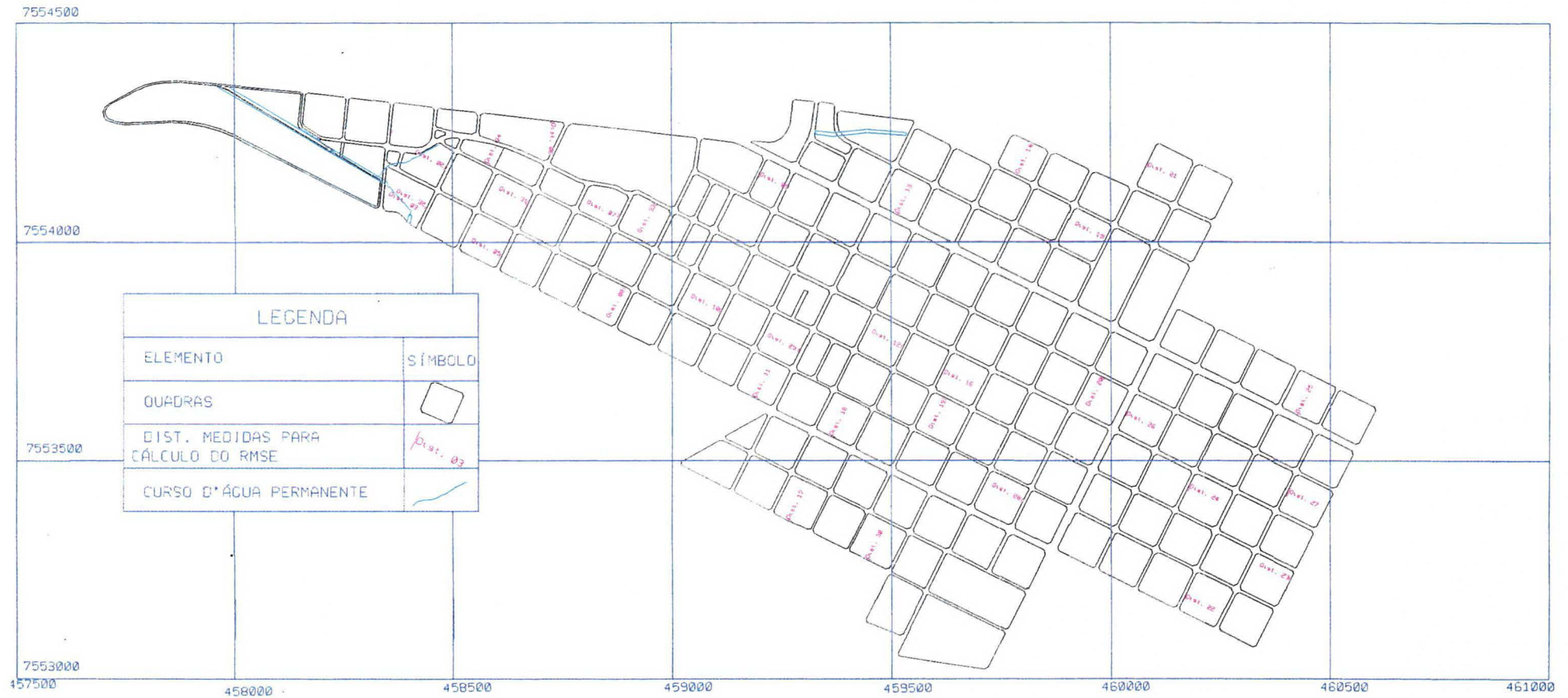
200 0 200 400 Metros

Escala 1:15.000

Figura 13 – Lotes atualizados na área teste via mesa digitalizadora

ÁREA TESTE DE PRESIDENTE PRUDENTE

TESTADAS MEDIDAS PARA O CÁLCULO DO RMSE



Escala 1:12.500

Figura 14 - Medidas de testada para cálculo do RMSE

Tabela 1 - Diferença entre as medidas observadas e reais

	Distância medida (m)	Distância real (m)	 Diferença (m)
01	11.16	11	0.16
02	10.58	11	0.42
03	10.96	11	0.04
04	10.42	11	0.58
05	10.90	11	0.10
06	10.63	11	0.37
07	10.52	11	0.48
08	10.88	11	0.12
09	11.14	11	0.14
10	11.12	11	0.12
11	12.27	12	0.27
12	9.96	11	1.04
13	11.13	12	0.83
14	9.51	11	1.49
15	10.51	11	0.49
16	10.03	11	0.97
17	10.92	11	0.08
18	11.40	11	0.40
19	10.92	11	0.08
20	11.42	12.35	0.93
21	10.11	11	0.11
22	12.30	12	0.30
23	8.84	10	1.62
24	20.75	22	1.25
25	12.18	12	0.18
26	12.84	13	0.16
27	21.94	22	0.06
28	11.02	11	0.02
29	11.10	11	0.10
30	11.67	11	0.67
31	11.19	11	0.19
32	6.97	07	0.03
33	11.07	11	0.07

$$\Sigma d^2 = 12.0997 = D^2$$

$$N = 33$$

$$RMSE = (D^2/N)^{1/2} = (12.0997/33)^{1/2}$$

$$RMSE = 0.6055226$$

O valor do RMSE calculado serve de base para classificar a base cartográfica segundo a tabela fornecida pela ASPRS (1988).

Tabela 2 - Acurácia requerida para mapas Classe 1

Escala do mapa	RMSE limite para \overline{X} e \overline{Y}
1:50	0.0125
1:100	0.025
1:200	0.050
1:500	0.125
1:1000	0.250
1:2000	0.500
1:4000	1.000
1:5000	1.250
1:10000	2.500
1:20000	5.000

Fonte ASPRS (1988)

Adequando o valor do RMSE obtido na tabela anterior, pode-se classificar a base cartográfica como Classe 1 (ou Classe A), para escalas de até 1:2.500.

4.2 Atualização Das Edificações

Nesta etapa, atualizou-se as edificações, com o propósito de testar e comparar a metodologia alternativa utilizando imagens digitalizadas automaticamente através de *scanners* contra a usual conversão via mesa digitalizadora.

Das 153 quadras existentes, que continham os lotes e as edificações, cerca de 60% das mesmas foram rasterizadas com resolução média de 300dpi, empregando o *scanner* de mesa modelo HP ScanJet IIc. As demais quadras que não foram rasterizadas, foram atualizadas através de mesa digitalizadora, em processo semelhante ao descrito anteriormente para os lotes (Figura 15).

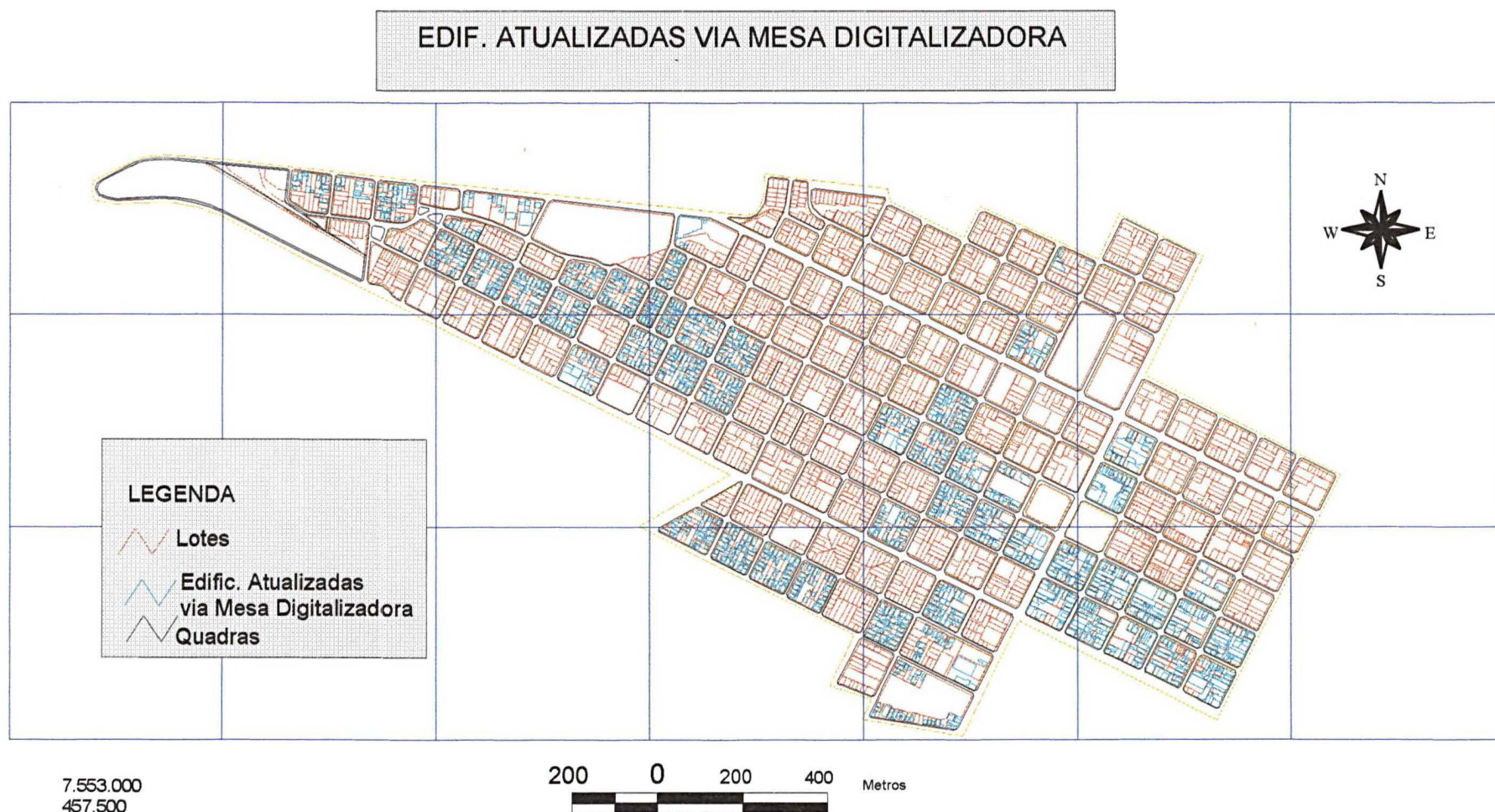


Figura 15 – Edificações atualizadas via mesa digitalizadora

Em recente estudo DALMOLIN, MACHADO e SOUZA (1996), descreveram um experimento que procura demonstrar o Erro Médio Quadrático (RMSE) obtido no processo de vetorização manual de imagens digitalizadas automaticamente, utilizando um *scanner* de mesa modelo HP scan IIC. O resultado do experimento pode ser verificado na Tabela 3

Tabela 3 - Adequação dos resultados obtidos e o RMSE limite

	RMSE 100dpi escala 1:50	- na 600dpi escala 1:50	Limite RMSE para a escala 1:50
RMSE _X	0.00564	0.00458	0.0125
RMSE _Y	0.00826	0.00585	0.0125
RMSE _{DIST}	0.01445	0.00965	0.0125

Fonte: DALMOLIN, MACHADO e SOUZA (1996)

Com este ensaio, DALMOLIN, MACHADO e SOUZA (1996), concluem que o RMSE calculado para as distâncias na imagem com 600dpi está dentro do limite estabelecido, o que não acontece com a imagem rasterizada com 100dpi. Ambos os produtos vetoriais apresentam-se dentro do RMSE limite, o que não aconteceu com as imagens, já que a imagem com 100dpi se apresenta fora do RMSE limite, isto se deve ao fato de ter sido aplicado um ajuste afim nos produtos vetoriais.

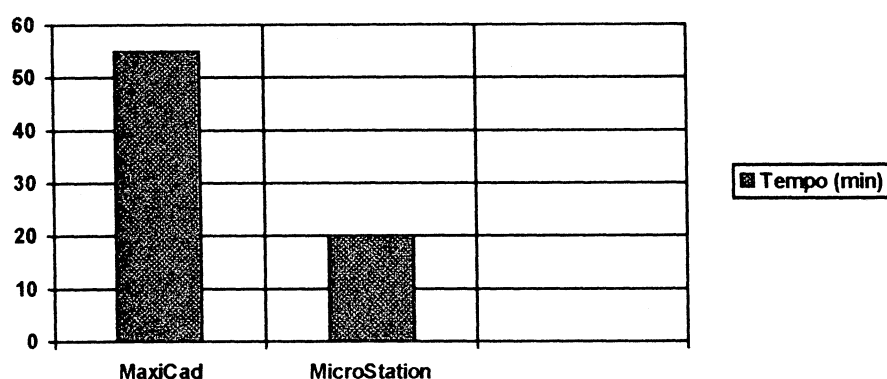
Alguns *softwares* de geoprocessamento possuem a capacidade de referenciar informações do banco de dados com imagens segmentadas em níveis, o que facilita o uso de imagens para geração de bases cartográficas digitais. O *software* MaxiCad, utilizado pela Prefeitura de Presidente Prudente, não dispõe de tais recursos, fazendo-se necessário, a vetorização das feições de interesse contidas nas imagens.

Havia a disponibilidade de dois *softwares* para a realização do processo de vetorização: MaxiCad e o MicroStation, cada qual apresentando diferentes particularidades. O MaxiCad, no que diz respeito à utilização de imagens, apresentou algumas restrições, como a trabalhosa etapa de inserção de imagens, no qual, deve-se

expandir um polígono preexistente, que geralmente se encontra no canto superior esquerdo da imagem, para toda a imagem. Este polígono possui dimensão fixa, sempre inferior ao tamanho da cena, e os vértices deste polígono devem ser deslocados um a um, este problema não foi verificado no segundo *software*, já que a imagem neste é inserido como um todo.

Além da vantagem do recurso de inserção de imagem que apontavam para a utilização do MicroStation, realizou-se um estudo do tempo médio gasto em cada processo de vetorização. Para tanto, escolheu-se plantas com nível de densificação de lotes compatíveis entre si, sendo que estas plantas foram vetorizadas nos dois *softwares* citados. O tempo médio de vetorização das edificações das plantas para cada *software* pode ser visto na Figura 16.

Figura 16 -Tempo Médio de Vetorização



Após a análise da particularidade de cada *software*, assim como o tempo médio de cada um, decidiu-se pela utilização do MicroStation para o processo de vetorização.

O processo de vetorização escolhido foi o manual, no qual o *software* simula uma mesa digitalizadora no *display*, o operador deve seguir as feições que melhor definem a imagem, criando polígonos sobre as edificações, tomando o cuidado

de vetorizar as feições em um nível diferente daquele que contém a imagem. Após ter vetorizado todas as feições a serem atualizadas, exportou-se somente os níveis que continham as feições necessárias à atualização, eliminando o nível da imagem.

Todas as imagens vetorizadas foram salvas em arquivos com formato DXF, pelo fato deste arquivo ser compatível com o MaxiCad utilizado para a digitalização e que contém a base cartográfica digital.

Terminado o processo de vetorização, a etapa subsequente foi a de atualização propriamente dita, ou seja, concatenar as feições vetorizadas à MR11. Tal tarefa foi executada através de recursos do MaxiCad, como a **transformação afim** e a **integração de arquivos**. Posteriormente, para cada planta vetorizada, escolheu-se quatro pontos de controle na base cartográfica e na planta (geralmente escolhidos nos cantos de quadras) e extraiu-se as coordenadas destes pontos nos dois sistemas (MR11 e planta vetorizada). Através de um ajuste, referenciou-se as plantas ao mesmo sistema de coordenadas da base MR11. Tendo realizado este procedimento para todas as plantas, a etapa subsequente foi a de unir os arquivos que continham os dados a serem atualizados à base cartográfica, através do utilitário do *Software* (chamado “Integração”), gerando assim, o produto atualizado (Figura 17).



4.3 Implementação De Um Sistema De Geoprocessamento

Um Sistema de Informação Geográfica deve atender às expectativas da empresa que vai usufruir de seus benefícios. Sistemas simples podem atender as necessidades de pequenos órgãos que buscam consultas elementares, que dispensam análise topológica. Geralmente, o preço de um software de SIG está relacionado ao nível de recursos que o mesmo proporciona. Os SIG's apresentam um alto custo de implementação, o que podem ser inviáveis a órgãos que dispõem de recursos financeiros limitados. Para pequenas aplicações, como em prefeituras de pequeno a médio porte, um sistema de geoprocessamento capaz de fazer ligação entre o banco de dados descritivo e a base cartográfica digital pode solucionar inúmeros problemas. Dinamizando o sistema de consulta à informações pertinentes aos órgãos públicos, tornando viável a implementação do sistema, já que o custo deste é sensivelmente menor que o de implementação de um SIG.

Estes sistemas apresentam vantagens em relação aos SIG's, pelo fato de serem mais simples, facilitando a etapa de aprendizado e treinamento do software. Porém, a principal desvantagem é no tocante à análise topológica, que inexiste nesta modalidade de software. As consultas que estes realizam são somente as que podem ser analisadas no próprio banco de dados. Consultas do tipo como está o elemento "A" em relação ao elemento "B", em um raio de "X" metros, dada a ocorrência do

fenômeno “Y”, não podem ser realizadas, pois este tipo de consulta processa as informações topológicas dos elementos em questão em conjunto com as informações do banco de dados descritivo. O principal fator a ser levado em consideração no processo de escolha do software ideal é o que se espera dele, no que diz respeito as principais análises e consultas que o mesmo deverá oferecer.

Foram elencadas junto à Prefeitura Municipal de Presidente Prudente as principais consultas de interesse deste órgão, visando satisfazer suas reais necessidades em termos de geoprocessamento. Com base nestas consultas, elaborou-se o banco de dados de forma a realizá-las e efetuar a ligação do resultado das mesmas com a base cartográfica digital.

As principais consultas de interesse deste órgão são as seguintes:

- Valor do IPTU;
- Valor Venal do Imóvel;
- Área de terreno;
- Área construída das edificações;
- Zona de ocupação;
- Tipo de uso.

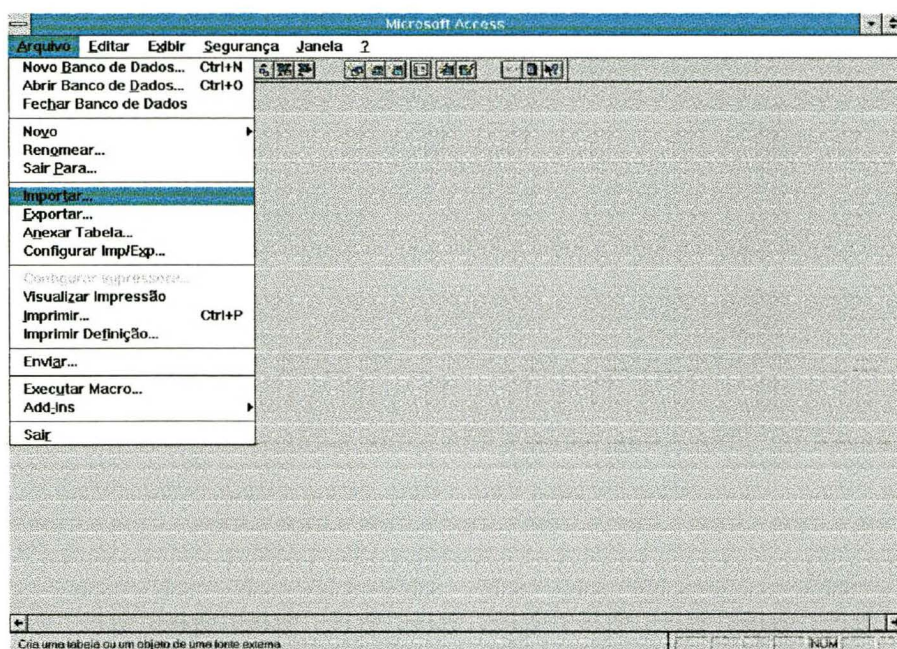
Visando complementar o sistema de consulta, criou-se consultas para todas as demais informações contidas no banco de dados:

- Estrutura;
- Bairro;
- Nome do Contribuinte;
- Logradouro;
- Chave de Acesso.

Todas as consultas foram elaboradas no banco de dados Access, que dispõe de recursos para ligação do banco de dados com a base cartográfica.

As informações do banco de dados foram disponibilizadas pela Prefeitura, a qual dispunha das mesmas em banco de dados dBASE III, fazendo-se necessária sua conversão para o Access. Este *software* possui o recurso de importação que permite o uso de outras estruturas de dados, através da opção importar do menu principal, como pode ser visto na Figura 18.

Figura 18 - Menu principal para importação de dados



Com os dados importados, o *software* criou uma tabela nomeada MR11, que continha as informações das unidades a respeito da quadricula, zona, setor, quadra, lote, unidade, nome do contribuinte, bairro, classificação, área do terreno, área construída, estrutura, testada, testada maior, entre outras.

No caso do sistema dbMapa, a ligação da base de dados com o mapa digital, se dá através de chaves de acesso, sendo que estas devem ser comuns entre os dois sistemas. Como a base de dados não continha esta informação, foi necessário a criação de um novo campo na tabela, chamado “CHAVEDEACESSO”, e este campo

teve de ser digitado para todas as unidades. A chave de acesso foi construída com a união dos dados de alguns campos já existentes, como no exemplo a seguir:

Chave de acesso: 26 4 5 1114 00030, onde:

Quadricula	Zona	Setor	Quadra	Lote
26	4	5	1114	00030

Os campos com as informações de classificação e tipo de estrutura apresentavam os dados em códigos de número, tendo de ser transformados para informações alfabéticas, para tanto, criou-se uma consulta de atualização (Figura 19), seguindo a tabela com a correspondente informação de cada código.

Classificação:

10 - Baldio

11 - Baldio em Construção

20 - Predial

Estrutura:

0 - Madeira

1 - Madeira/Alvenaria

2 - Alvenaria Simples

3 - Alvenaria com Concerto

4 - Metálica

5 - Especial

9 - Nenhuma

Figura 19 - Consulta para atualização da classificação do imóvel

Microsoft Access - [Consulta Atualização: Consulta1]

Arquivo Editar Exibir Consulta Janela ?

MR11

CEP
DESC20
UF
CLASSIF
AREATER
AREAEDI

Campo:	CLASSIF	CLASSIF	CLASSIF
Atualizar para:	"balcão"	"Baldio em Construção"	"Predial"
Critério ou:	10	11	20

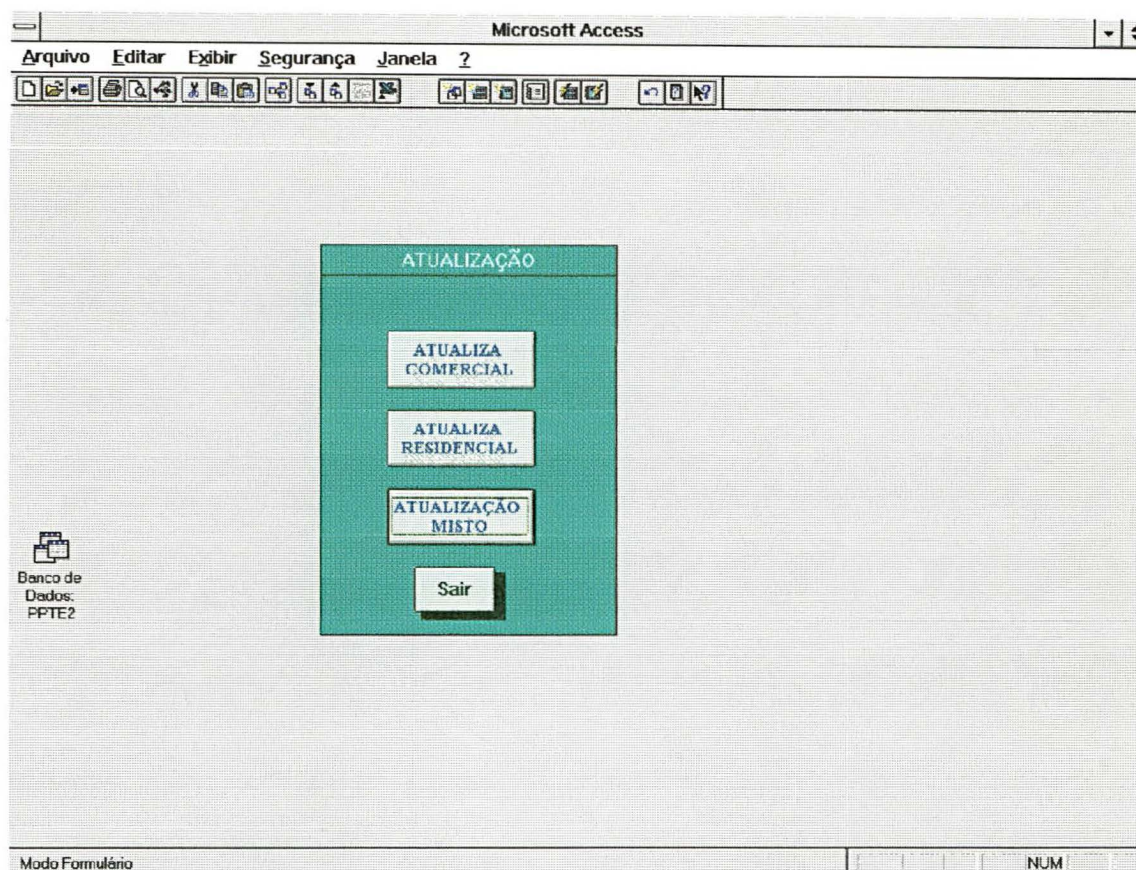
Estrutura da Consulta

NUM

O Banco de dados não continha algumas informações importantes, como o Valor Venal do imóvel, IPTU e Tipo de Uso. Estes três campos de dados tiveram que ser criados posteriormente, devendo o banco de dados ser atualizado.

A atualização do tipo de uso (Figura 20) deu-se através de uma rotina de atualização desenvolvida pelo autor. Todas os lotes de uma certa quadra apresentam uma parte fixa da chave de acesso que é comum entre elas, portanto, em uma primeira etapa, atualizou-se todas as unidades com um único tipo de uso, digitando somente a parte fixa da chave de acesso na rotina de atualização, seguindo a predominância do tipo de uso na quadra. Posteriormente, as unidades que apresentavam outro tipo de uso, foram atualizadas individualmente.

Figura 20 - Menu para atualização do tipo de uso



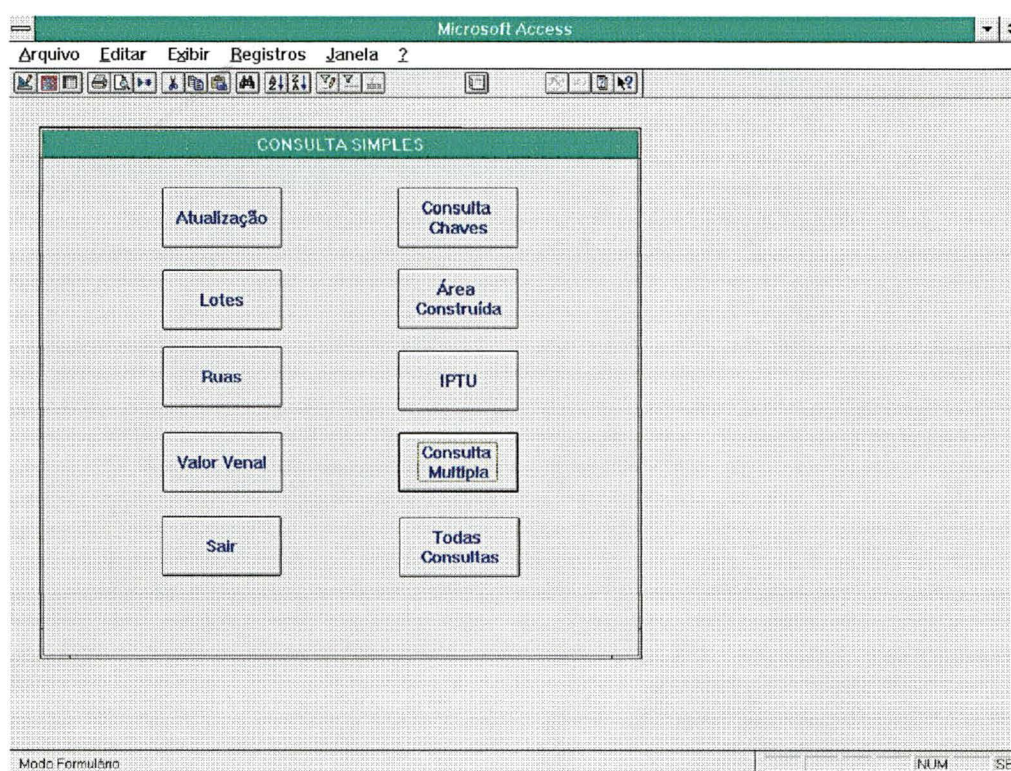
O valor venal de cada unidade imobiliária foi atualizado seguindo as fórmulas fornecidas pela Prefeitura de Presidente Prudente. Devido a complexidade das fórmulas, criou-se campos específicos para o cálculo de cada valor preliminar necessário ao cálculo do valor venal, na tabela denominada MR11, que contém todas as informações imobiliárias. Posteriormente ao cálculo dos valores preliminares, criou-se uma consulta para a atualização do valor venal. Como o propósito do trabalho é o de testar um sistema de consulta para uma área teste, alguns valores para o cálculo do valor venal foram simplificados.

Com o valor venal calculado, foi possível obter o valor do IPTU, já que o valor deste, para o município de Presidente Prudente é de um por cento (1%) do valor venal.

Após terem sido atualizados todos os campos do banco de dados, a etapa posterior a ser seguida foi a de criar as consultas ao banco de dados.

Em uma primeira etapa, criou-se consultas simples (Figura 21), analisando informações isoladas do banco de dados, como Chave de Acesso (Figura 22), IPTU (Figura 23), Nome de Logradouros (Figura 24), Lotes (Figura 25), Área Construída (Figura 26), Valor Venal (Figura 27), tornando a operação de consulta mais dinâmica, quando o interesse do usuário é de poucos itens. Após terem sido elaboradas estas consultas, criou-se um formulário denominado Consulta Simples, que apresenta todos os ícones para a ligação com as consultas.

Figura 21 - Formulário consulta simples



Cada ícone está ligado a outro formulário, cada qual aciona uma rotina de consulta ao banco de dados.

Figura 22 - Formulário consulta chave de acesso

The screenshot shows the Microsoft Access application window. The title bar reads 'Microsoft Access'. The menu bar includes 'Arquivo', 'Editar', 'Exibir', 'Registros', and 'Janela 2'. The toolbar contains various icons for file operations and data manipulation. The main window displays a form titled 'CHAVE DE ACESSO'. The form has a green header bar with the title. Below the header, there is a text box labeled 'Chave' with a small 'Chave' label to its left. Below the text box are two buttons: 'Pesquisa' and 'Sair'. The status bar at the bottom indicates 'Modo Formulário' on the left and 'NUM SE' on the right.

Figura 23 Formulário consulta valor do IPTU

The screenshot shows the Microsoft Access application window. The title bar reads 'Microsoft Access'. The menu bar includes 'Arquivo', 'Editar', 'Exibir', 'Registros', and 'Janela 2'. The toolbar contains various icons for file operations and data manipulation. The main window displays a form titled 'IPTU'. The form has a green header bar with the title. Below the header, there are two text boxes, each with a small label to its left. Below the text boxes are two buttons: 'Pesquisa' and 'Sair'. The status bar at the bottom indicates 'Modo Formulário' on the left and 'NUM' on the right.

Figura 24 - Formulário consulta logradouros

The screenshot displays the Microsoft Access application window. The title bar reads 'Microsoft Access'. The menu bar includes 'Arquivo', 'Editar', 'Exibir', 'Registros', and 'Janela 2'. The toolbar contains various icons for file operations, editing, and navigation. The main workspace shows a form titled 'CONSULTA RUAS'. The form has a green background and contains two text input fields labeled 'Rua' and 'Número'. Below these fields are two buttons: 'Pesquisa' and 'Sair'. The status bar at the bottom indicates 'Modo Formulário' and 'NUM'.

Figura 25 - Formulário consulta áreas dos lotes

The screenshot displays the Microsoft Access application window. The title bar reads 'Microsoft Access'. The menu bar includes 'Arquivo', 'Editar', 'Exibir', 'Registros', and 'Janela 2'. The toolbar contains various icons for file operations, editing, and navigation. The main workspace shows a form titled 'Consulta areas'. The form has a green background and contains a yellow label 'ÁREA DE LOTES'. Below the label are two text input fields, each preceded by a small icon (a magnifying glass and a double arrow). Below these fields are two buttons: 'Pesquisa' and 'Sair'. The status bar at the bottom indicates 'Modo Formulário' and 'NUM'.

Figura 26 - Formulário consulta área construída

Microsoft Access

Arquivo Editar Exibir Registros Janela ?

Formulário: AreasConst

ÁREA CONSTRUÍDA

>= <=

Pesquisa Sair

Modo Formulário NUM

Figura 27 - Consulta valor venal

Microsoft Access

Arquivo Editar Exibir Registros Janela ?

VALOR VENAL

>= <=

Pesquisar Sair

Modo Formulário NUM

Procurando aproveitar melhor a capacidade do *software* de banco de dados, elaborou-se alguns formulários de consulta múltipla (Figura 28), no qual é possível cruzar informações contidas no banco de dados, fazendo análise a respeito de formulação da consulta. Elaborou-se também um formulário completo (Figura 29), com todas as possíveis consultas e que torna possível fazer uma análise ampla de todas as informações contidas no banco de dados.

Para cada consulta realizada, o sistema apresenta um formulário com o resultado (Figura 30), no qual é possível selecionar a opção de visualização dos dados no mapa digital.

Figura 28 - Consulta múltipla

Microsoft Access

Arquivo Editar Exibir Registros Janela ?

CONSULTA MÚLTIPLA

SELECIONE AS OPÇÕES DE CONSULTA

BAIRRO

Tipo de Uso

ESTRUTURA

ZONA

NCONTRIB

Pesquisa

Outras Pesquisas

Sair

Todas Pesquisas

Modo Formulário

NUM

Figura 29 - Formulário consulta total

Microsoft Access

Arquivo Editar Exibir Registros Janela ?

Formulário: TOTAL

BAIRRO

ESTRUTUR

ZONA

Tipo de Uso

INCONTRIB

Rua

Número

VALOR VENAL

PESQUISAR

VOLTAR

ÁREA DOS LOTES

ÁREA CONSTRUÍDA

IPTU

Modo Formulário

MAIU NUM

Figura 30 - Formulário resultado da pesquisa no banco de dados

Microsoft Access

Arquivo Editar Exibir Registros Janela ?

BANCO DE DADOS

BANCO DE DADOS

CHAVEDEACESSO	ZONA	NCONT	AREAEDI	CLASSIF	DESC14
2644061900265	4	SEBASTIAO LOURIVAL VEDOVATE	255.43	PREDIAL	V STA HELENA
2644131700118	4	ANTONIO B RUDGIO	258	PREDIAL	V STA HELENA
2644170500066	4	JOSE ALVES MACIEL	262.91	PREDIAL	J.D PAULISTA
2645001700056	4	SADAME HIRAI	256.54	PREDIAL	CENTRO
2645010200188	4	ASTROGILDO DE ALMEIDA SANTOS	265.1	PREDIAL	V OCIDENTAL
2645011100120	4	ITALIA F MIRANDA SILVA	266.5	PREDIAL	V OCIDENTAL
2645011500053	4	OTAVIANO CORDEIRO DE ANDRADE	256.27	PREDIAL	CENTRO
2645011500063	4	OTAVIANO CORDEIRO DE ANDRADE	266.8	PREDIAL	CENTRO
2645020600122	4	TAKESHI TAKAHASHI E OUTROS	255	PREDIAL	V OCIDENTAL

Mapa

Fechar

Registro 1 de 88

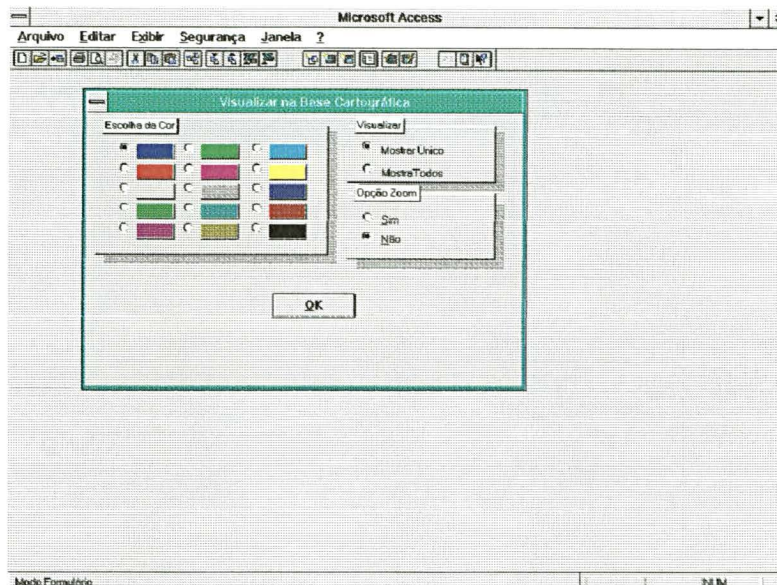
Modo Formulário

FLTR

MAIU NUM

Uma vez escolhida a opção “mapa”, um outro formulário, com algumas opções de visualização aparece (Figura 31), onde pode-se escolher a cor da entidade no mapa, mostrar apenas um lote, ou todos, e fazer ou não a operação de *zoom*.

Figura 31 - Formulário opção de visualização na base cartográfica



Após ter escolhido a opção “visualizar” na Base Cartográfica, o *software* Access, através de rotinas escritas em linguagem própria (DDE), executa a ligação do Banco de Dados com a Base Cartográfica. As rotinas elaboradas na linguagem DDE, podem ser vistas no Anexo I.

Em uma situação em que o operador deseja fazer uma análise no banco de dados, levando em consideração algumas características particulares dos imóveis, como por exemplo: Todos os lotes que se localizam em um certo bairro (Jd Paulista), que possua estrutura de alvenaria com concreto, com área construída entre 300 e 900 m², valor venal entre R\$ 8000 e R\$ 12000 e IPTU entre R\$ 80 e R\$ 120, o resultado apresentado na Base Cartográfica pode ser visualizado na Figura 32, onde as unidades imobiliárias que atendem à consulta aparecem preenchidas.

Figura 32 - Resultado de uma consulta ao banco de dados, visualizado na base cartográfica



A consulta pode ser realizada no sentido inverso. Com o auxílio do comando “processar”, do menu principal, é possível selecionar uma área no mapa (Figura 33) e visualizar as informações pertinentes a esta área no banco de dados (figura 34).

Figura 33 - Escolha de uma área na base cartográfica para consulta ao banco de dados

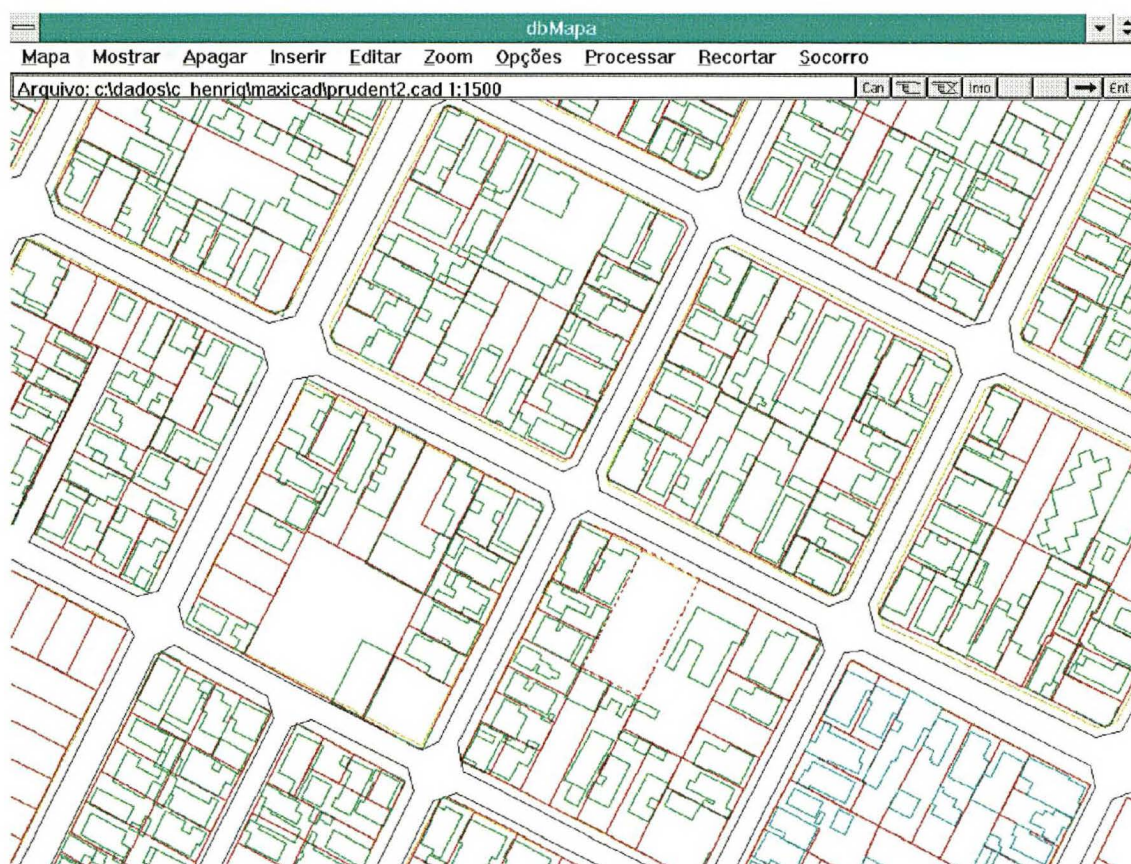


Figura 34 - Formulário resultado de uma consulta à área na base cartográfica

Microsoft Access

Arquivo Editar Exibir Registros Janela ?

PRES. PRUDENTE

CHAVE DE ACESSO: 2845070600131

QUADRIC: 26 ZONA: 4

SETORA: 5 QUADRA: 0706

LOTE: 131 UNIDADE: 1

NCONTRIB: ATALA NAUFAL

BAIRRO: OCIDENTAL

RUA: TENENTE NICOLAU MAFFEL R

NRIMOV: 1169 COMPLEM:

CLASSIF: BALDIO

AREATER: 968 AREAEDI: 0

ESTRUTURA: NENHUMA

TESTADA: 22

TESTADA2: 2200

TIPO DE USO: Baldio

VALOR VENAL: 1305.250933729 IPTU: 130.5250933729

Fechar

Modo Formulário

NUM

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Visando comparar os procedimentos de atualização, via mesa digitalizadora e vetorização de imagens matriciais, analisou-se parâmetros como o tempo gasto no processo de atualização e o RMSE obtido para cada método. O tempo médio obtido para cada um dos processos está na Tabela 4.

Tabela 4 - Tempo médio gasto no processo de atualização

Rasterização	Vetorização de imagens	Mesa digitalizadora	
		Tempo de orientação da mesa	Tempo de digitalização
≅ 2 min	≅ 20 min	≅ 6 min	≅ 12min
Total ≅ 22 min		Total ≅ 18 min	

Ambos os processos de atualização apresentam resultados parecidos, no que diz respeito ao tempo gasto, porém, cabe ressaltar que o processo de atualização com a utilização de imagens rasterizadas, ainda sofreu o ajuste afim e a integração de arquivos, o que não acontece quando se utiliza a mesa digitalizadora, uma vez que as feições são atualizadas diretamente na base cartográfica.

O processo de coleta dos pontos de controle para o ajuste afim e para atualização propriamente dita, consome uma média de cinco minutos para cada planta, o que eleva o tempo médio do processo para aproximadamente vinte e sete minutos. O

tempo gasto no processo de integração pode ser desprezado, uma vez que este é realizado em uma única etapa para todas as plantas vetorizadas, não consumindo mais do que trinta segundos.

O segundo parâmetro calculado a fim de comparar tais procedimentos, foi o erro médio quadrático (RMSE). Como não havia pontos de controle com coordenadas conhecidas nos dois sistemas, optou-se por calcular o RMSE por diferença de áreas. Para isso, tomou-se o cuidado de escolher edificações para o cálculo deste parâmetro, em toda a área da base, como pode ser visto nas Figuras 35 e 36, respectivamente para mesa digitalizadora e para vetorização de imagens. O *software* MaxiCad possui recursos que possibilitam visualizar o valor da área dos polígonos fechados, assim sendo, tais valores foram comparados com as medidas de área real das edificações contidas no banco de dados descritivo.

A Tabela 5 mostra os valores de áreas das edificações atualizadas através do uso da mesa digitalizadora, comparando os valores observados no software MaxiCad com os valores homólogos armazenados no banco de dados descritivo e a respectiva diferença entre as mesmas, enquanto que a Tabela 6 apresenta os valores calculados para as edificações oriundas do processo de vetorização de imagens rasterizadas.

A Tabela 7 apresenta uma análise comparativa entre os dois procedimentos de atualização.

Tabela 5 - Medidas de área para cálculo do RMSE para mesa digitalizadora

Mesa Digitalizadora		
Área no Mapa (m ²)	Área no banco de dados (m ²)	Diferença (m ²)
108.61	111.40	2.79
37.57	38	0.43
51.13	50	1.13
46.40	45.17	1.23
37.47	38.13	0.79
73.64	72	1.64
59.44	59	0.44
60.00	60	0
102.87	102.93	0.06
99.97	102.20	2.23
58.21	57	1.21
31.38	31.84	0.46
115.94	118.45	2.51
114.73	114	0.73
244.00	241.37	2.63
66.38	68.74	2.36
112.90	113.27	0.37
102.47	103.05	0.58
86.04	86	0.04
43.69	46.40	2.71
59.97	62	2.03
53.31	53.84	0.53
91.51	90.71	0.80
175.01	176.70	1.69
133.63	134.14	0.51

$$RMSE = (D^2/N)^{1/2}$$

$$\Sigma d^2 = 56.2148 \text{ m}^4$$

$$N = 25$$

$$RMSE = (D^2/N)^{1/2} = (56.2148/25)$$

$$RMSE_{\text{mesa}} = 1.4995 \text{ m}^2$$

Tabela 6 - Medida de área para o cálculo do RMSE para imagens vetorizadas

Imagens Vetorizadas		
Área no Mapa (m ²)	Área no banco de dados (m ²)	Diferença (m ²)
42.77	41.50	1.27
95.63	94.65	0.98
53.91	54.60	0.69
105.61	105.65	0.04
40.47	40.32	0.15
82.35	84	1.65
88.49	86.85	1.64
43.60	44.12	0.52
96	97	1.00
80.94	81	0.06
84.99	83.79	1.20
82.39	80.50	1.89
67.53	67.15	0.38
128.19	126.45	1.74
37.77	38.76	0.99
23.85	23.7	0.15
100.71	101.58	0.87
69.38	70.65	1.27
47.79	49.72	1.93
68.44	68.29	0.15
57.87	58.39	0.52
63.96	65	1.04
51.69	51	0.69
88.70	90	1.30
80.63	78	1.63
45.18	45.21	0.03
158.20	156.67	1.53
52.70	54	1.30
110.77	112.97	2.20
107.46	109.72	2.26
125.74	128.80	3.06
134.96	137.50	2.54
136.06	137.78	1.72
105.88	103.00	2.88

$$RMSE = (D^2/N)^{1/2}$$

$$\Sigma d^2 = 72.2859 \text{ m}^4$$

$$N = 34$$

$$RMSE = (D^2/N)^{1/2} = (72.2859/34)$$

$$RMSE_{\text{vetorização}} = 1.4581 \text{ m}^2$$

Tabela 7 - Análise comparativa entre as duas técnicas de atualização

	Tempo	RMSE
Digitalização via mesa	18 min	1.4995 m ²
Imagens Vetorizadas	27 min	1.4581 m ²

Como produto final do procedimento de atualização, obteve-se a base cartográfica com os lotes e edificações atualizados à área teste (Figura 37).

Em relação ao Banco de Dados, como resultado final, pode-se destacar a geração de um banco de dados atualizado, com ligação com a base cartográfica, a qual permite que o resultado das consultas possam ser visualizados no mapa digital, utilizando o sistema Access/dbMapa.

ÁREA TESTE DE PRESIDENTE PRUDENTE

ÁREA MEDIDAS PARA O CÁLCULO DO RMSE PARA MESA DIGITALIZADORA

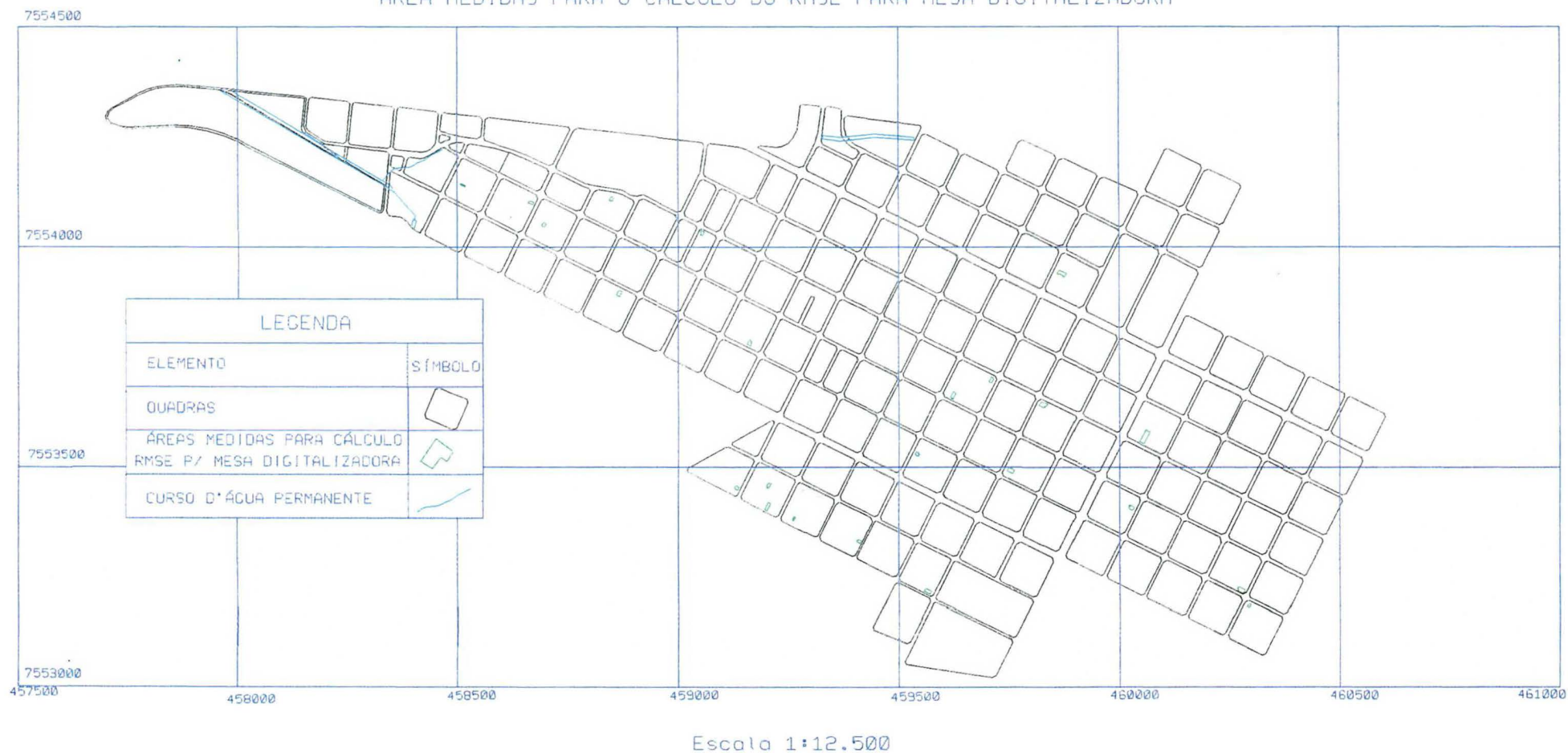


Figura 35 - Áreas medidas para o cálculo do RMSE para mesa digitalizadora

ÁREA TESTE DE PRESIDENTE PRUDENTE

ÁREAS MEDIDAS PARA O CÁLCULO DO RMSE PARA IMAGENS VETORIZADAS

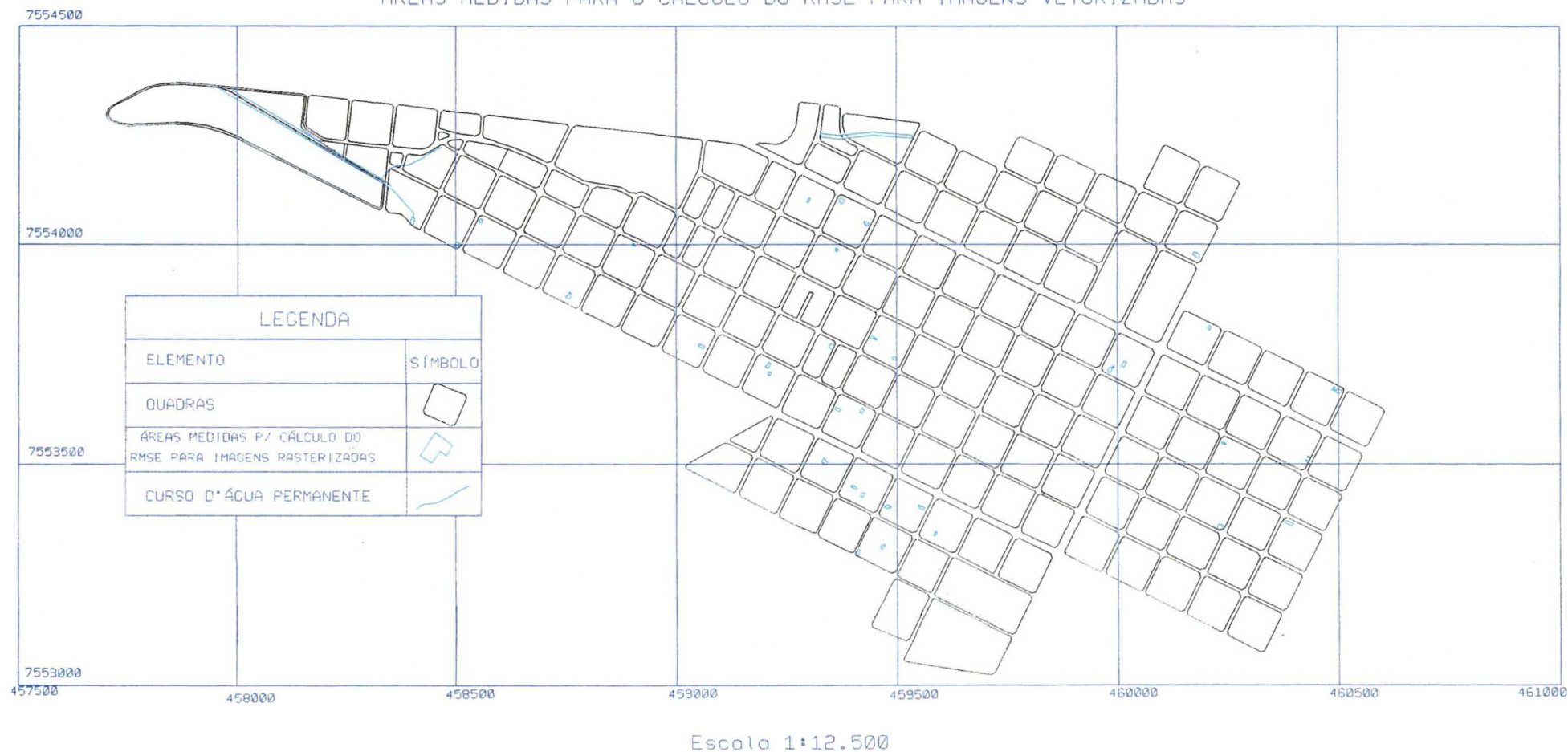


Figura 36 - Áreas medidas para o cálculo do RMSE para feições vetorizadas

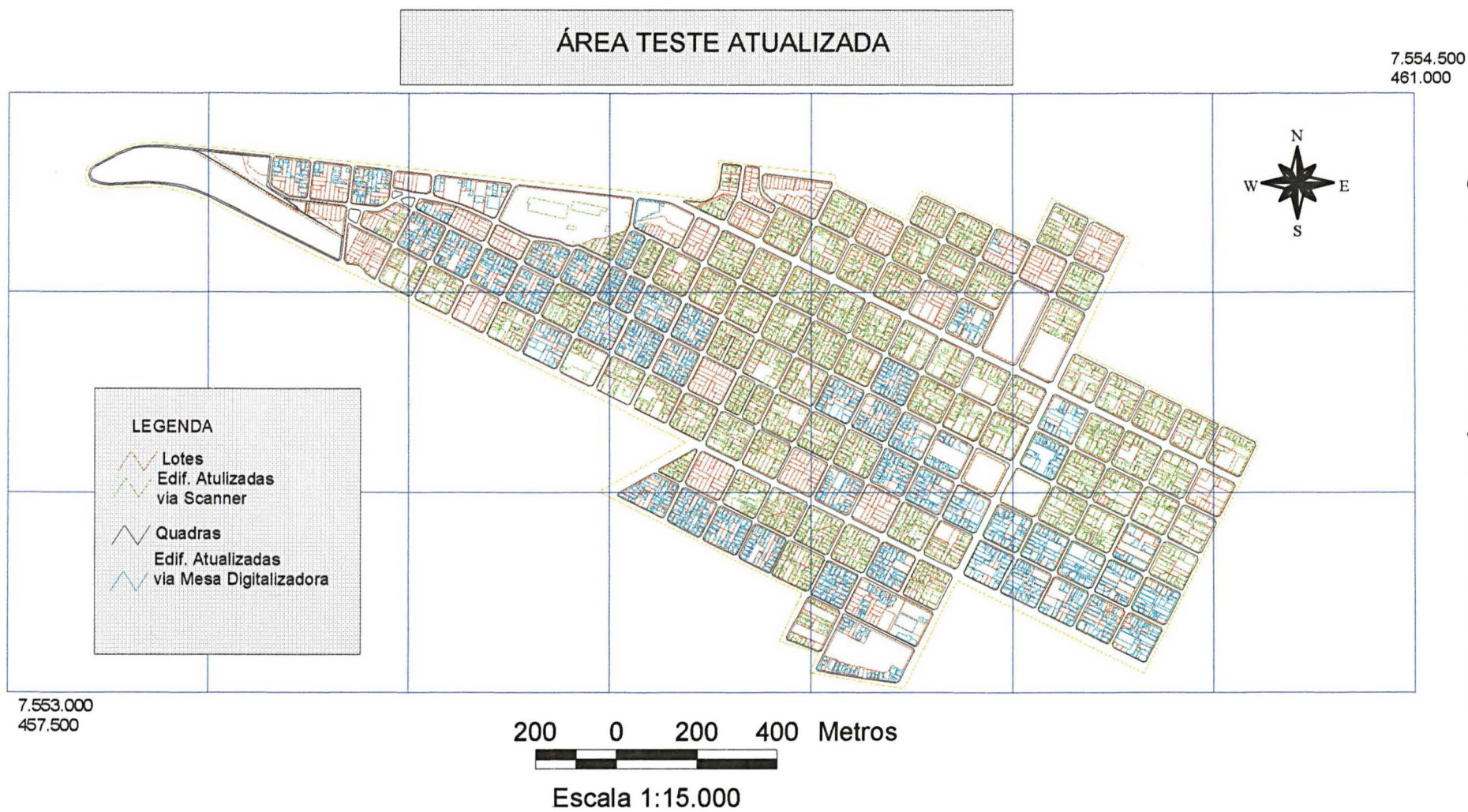


Figura 37 – Lotes e edificações atualizados à área teste

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos conclui-se que:

- O RMSE calculado para ambos os métodos utilizados para atualização da base cartográfica apresentam resultados similares, o que viabiliza a utilização de *scanner* de mesa para digitalização automática visando uma posterior vetorização;
- O procedimento de atualização cartográfica realizado através da mesa digitalizadora consome menor tempo para a execução da tarefa;
- O uso de *scanner* de mesa para atualização cartográfica pode ser uma alternativa atraente para pequenas aplicações, como as que podem ser realizadas por uma Prefeitura rotineiramente (como por exemplo a atualização de novas plantas cadastrais, que devem ser encaminhadas ao órgão público a medida que ocorrem novas construções, reformas, loteamentos, etc);
- O processo de digitalização em tela é menos cansativo que a digitalização em mesa digitalizadora.
- Recomenda-se a utilização do procedimento de vetorização semi-automática ou mesmo automática para novos testes;

→ O sistema de geoprocessamento utilizado apresenta uma possível alternativa para empresas que não desejem dispende muitos recursos financeiros;

→ O sistema de geoprocessamento proposto satisfaz as principais consultas de interesse da Prefeitura Municipal de Presidente Prudente;

→ O sistema de geoprocessamento apresenta a possibilidade de integração com outros *softwares*, através da importação e exportação de arquivos no formato DXF;

→ O sistema apresenta como desvantagem a impossibilidade de realizar consultas com base na topologia dos elementos.

ANEXO I

ESTRUTURAS ELABORADAS EM LINGUAGEM DDE

LINGUAGEM DDE - MOSTRAR ENTIDADES DO BANCO DE DADOS NO MAPA

```
Function MandaProdbMapa (Comando)
  On Error Resume Next ' Tratamento de Erros
  Dim Chan, I ' Declara variaveis
  Chan = DDEInitiate("dbMapa", "System") ' Estabelece Comunicação
  If Err Then ' Se Erro, execute dbMapa
    Err = 0
    I = Shell("dbmapa -AC:\dados\c_henriq\maxicad\PRUDENT2.cad", 1) ' Executa dbmapa
    If Err Then Exit Function ' Se deu erro, sai da função
    Chan = DDEInitiate("dbMapa", "System") ' Estabelece Comunicação
  End If
  DDEExecute Chan, Comando ' Manda o Comando para o dbMapa
  DDETerminate Chan ' Termina a Comunicação
End Function
```

MOSTRA ENTIDADES NO MAPA

```
Function MandaProMapa ()
'//*****
' Function MandaProMapa ()
' Objetivo: Envia para o mapa uma ou todas as entidade do formulário Varias Lotes
' com a cor e as definições do formulário "Cor"
'*****//
Dim db As Database, Comando As String, Mostrar As String, Zoom As String
Static Arquivo
Set db = CurrentDB()
Mostrar = Forms![Cores]!Mostrar
Zoom = Forms![Cores]!Zoom
Cor = Forms![Cores]!Cor
If Mostrar = "1" Then 'uma entidade
  If Zoom = "2" Then
    Comando = "[MostraEntidade(" & Forms![FORMMR11]!CHAVEDEACESSO & " TR P" & Cor & ")]"
  Else
    Comando = "[MostraEntidade(" & Forms![FORMMR11]!CHAVEDEACESSO & " TR P" & Cor &
    ")][Zoom(" & Forms![FORMMR11]!CHAVEDEACESSO & " TR P" & Cor & ")]"
  End If
Else 'todas as entidades
  Arquivo = Arquivo + 1
  Open "C:\dados\c_henriq\bdados\chaves" & Arquivo & ".KEY" For Output As #1
  DoCmd GoToRecord A_FORM, "FORMMR11", A_FIRST
  Do Until IsNull(Forms![FORMMR11]!CHAVEDEACESSO)
    Print #1, Forms![FORMMR11]!CHAVEDEACESSO & " TR P" & Cor
    DoCmd GoToRecord A_FORM, "FORMMR11", A_NEXT
  Loop
  Close #1
  If Zoom = "1" Then
    Comando = "[MostraEntidade(" & "@c:\dados\c_henriq\bdados\Chaves" & Arquivo & ".KEY" &
    ")][Zoom(" & "@c:\dados\c_henriq\bdados\Chaves" & Arquivo & ".KEY" & ")]"
  Else
    Comando = "[MostraEntidade(" & "@c:\dados\c_henriq\bdados\Chaves" & Arquivo & ".KEY" & ")]"
  End If
End If
Manda = MandaProdbMapa(Comando)
DoCmd Close A_FORM, "Cores"
DoCmd GoToRecord A_FORM, "FORMMR11", A_FIRST
End Function
```

MOSTRA VÁRIAS ENTIDADES DO MAPA NO BANCO DE DADOS

```
Function RecebeChavesDoMapa ()
```

```

' Function RecebeChavesDoMapa ()
' Objetivo: Abre o arquivo de chaves criado pelo dbMapa.ini no processo de varias
' entidades, procura na tabela e mostra no formulário.
Dim db As Database, Tabela As Table, Chave As String
Set db = CurrentDB()
Set Tabela = db.OpenTable("MR11")
Tabela.index = "CHAVEDEACESSO"
Do While Not Tabela.eof
    Atualiza = Tabela![Marca]
    If Atualiza = True Then
        Tabela.Edit
        Tabela![Marca] = False
        Tabela.Update
    End If
    Tabela.MoveNext
Loop
Open "chaves.key" For Input As #1
Do While Not EOF(1)
    Input #1, Chave
    Tabela.Seek "=", Chave
    If Not Tabela.nomatch Then
        Tabela.Edit
        Tabela![Marca] = True
        Tabela.Update
    End If
Loop
Close #1
DoCmd OpenForm "Varias Lotes", , , "[Marca]"
Tabela.Close
End Function

```

RECUPERA INFORMAÇÃO

```

Function RecuperaInformação$ ()
    SName$ = "dbMapa" ' WIN.INI section name.
    KName$ = "DBPRO" ' WIN.INI dbMapa code.
    Ret$ = String$(255, 0) ' Initialize return string.
    ' Call Windows Kernel DLL.
    Success = GetProfileString(SName$, KName$, "", Ret$, Len(Ret$))
    If Success Then ' Evaluate results.
        RecuperaInformação$ = Ret$
    Else
        RecuperaInformação$ = "CHAVEDEACESSO"
    End If
End Function

```

RECUPERA STATUS

```

Function RecuperaStatus$ ()
    SName$ = "dbMapa" ' WIN.INI section name.
    KName$ = "DBPROS" ' WIN.INI dbMapa code.
    Ret$ = String$(255, 0) ' Initialize return string.
    ' Call Windows Kernel DLL.
    Success = GetProfileString(SName$, KName$, "", Ret$, Len(Ret$))
    If Success Then ' Evaluate results.
        RecuperaStatus$ = Ret$
    Else
        RecuperaStatus$ = "?"
    End If
End Function

```

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ASPRS. ASPRS interim accuracy standards for large-scale maps. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, V. 55. N. 7: july 1989 1038-40.

ARMENAKIS, C.; REGAN, A. M. Map Revision Using Digital Orthophotos, In: XVIIIth Congress of International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXI, Part B4, Commission IV. **Anais**. Viena, Austria, 1996, p. 95-9.

ARONOFF, S. **Geographic Information Systems: A Management Perspective**. Ottawa, Canada. WDL Publications. 1989, 294p.

BALTSAVIAS, P. E.; PATIAS, P. On the Use of DTP Scanners for Cartographic Applications. In: 17th International Cartographic Conference - 10th General Assembly of ICA. **Anais**. Barcelona, ESP, 1995, p.1179-83.

BERRY, J. K. **Beyond Mapping Concepts, Algorithms, and Issues in GIS**. Fort Collins, Colorado, USA. GIS World, Inc. 1993. 246p.

BOSSLER, J. D.; TOTH, C. K. Feature Positioning Accuracy in Mobile Mapping: Results Obtained by the GPSVanTM, In: XVIIIth Congress of International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Archives of Photogrammetry and

Remote Sensing. Vol. XXXI, Part B4, Commission IV. **Anais**. Viena, Austria, 1996, p. 139-42.

BURROUGH, P. A. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**. Oxford: Clarendon Press, 1986. 94p.

CARVER, S. J.; BRUNSDON, C. F. Vector to raster conversion error and feature complexity: an empirical study using simulated data. **International Journal of Geographical Information Systems**, V. 8, N. 3, p. 261-70, 1994.

CASSETARI, S. **Introduction to Integrated Geo-Information Management**. London: Chapman & Hall, 1993. 252p.

CASTLE, H. G. **Profiting From a Geographic Information System**. Fort Collins, Colorado, USA. GIS World, Inc. 1993. 415p.

DALMOLIN, Q.; MACHADO, R.V.; SOUZA, C. H. G. Erros no Processo de Conversão Analógico/Digital de Bases Cartográficas para Serem Utilizadas em Sig's, In: 2^a Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. **Anais**. Florianópolis BR, 1996, p. 300-6.

GRABMAIER, K. A.; TEMPFLI, K.; ACKERMANN, R. Interpretability of Scanned Aerial Photographs, In: XVIIIth Congress of International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXI, Part B4, Commission IV. **Anais**. Viena, Austria, 1996, p. 305-10.

HOHLE, J. Experiences With the Production of Digital Orthophotos. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**. V. 62, N. 10, p. 1189-94. October 1996.

HUXHOLD, W. E. **An introduction to urban geographic information systems.**

Oxford University Press, 1991, 337p.

KANG, J. M.; OH, W. J.; BAE, Y. S. Large Scale Geographic Information Acquisition by 35mm Camera, In: XVIIIth Congress of International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXI, Part B4, Commission IV. **Anais.** Viena, Austria, 1996, p. 431-6.

KONECNY, G.; SCHIEWE, J. Mapping from Digital Satellite Image Data With Spatial Reference the MOMS-02. **International Society of Photogrammetry & Remote Sensing - Journal of Photogrammetry & Remote Sensing.** V. 51, p. 173-81. 1996.

KORTE, G. B. **The GIS Book.** Santa Fé: Onword, 1994.

LUGNANI, J. B. Control Features: An Alternative Source for Urban Area Control, In: XV Congress of the ISPRS, Rio de Janeiro, RJ. Comission III. **Anais.** 1984, p.649-56.

MAGUIRE, D. J.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. W. **Geographical Information Systems Principles and Applications.** New York, USA. Longman Scientific & Technical. 1991. 267p.

MARBLE, D. F.; PEUQUET, D. J. **Introductory Readings in Geographic Information Systems.** New York. Taylor & Francis, 1990. 245p.

MASRY, S. E. Digital Mapping Using Entities: A New Concept. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.** Falls Church, Vol. 48(11). 1981. p.1561-5.

MONTGOMERY, G. E.; SCHUCH, H. C. **GIS Data Conversion Handbook**. Fort Collins, Colorado, USA. GIS World, Inc. 1993. 292p.

MÜLLER, W.; SEYFERT, E. Updating of the Atkis Digital Landscape Model 25 at the State Survey Administration of Brandenburg, In: XVIIIth Congress of International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXI, Part B4, Commission IV. **Anais**. Viena, Austria, 1996, p. 581-5.

MUSSIO, L.; LIGHT, D. ISPRS Commission 1: Sensors, Plataforms and Imagery Symposium. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**. V. 61, N. 11, p. 1339-44. November 1995.

NEWBY, P. R. J. Digital Images in the Map Revision Process. **International Society of Photogrammetry & Remote Sensing - Journal of Photogrammetry & Remote Sensing**. V. 51, p. 188-95. August 1996.

NOVAK, K. Mobile Mapping Technology for GIS Data Collection. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**. V. 61, N. 5, p. 493-501. May 1995.

NOVO, E. L. M. **Sensoriamento Remoto - Princípios e Aplicações**. São José dos Campos, 1988.

POHL, Christine, Multisensor Image Maps: A Contribution to Topographic Map Updating in the Tropics, In: XVIIIth Congress of International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXI, Part B4, Commission IV. **Anais**. Viena, Austria, 1996, p. 655-60.

- QUINTANILHA, J. A. **Erros em Bases Digitais de Dados Espaciais para Uso em Sistemas de Informação Geográfica**. São Paulo, 1996. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- ROBBI, C. Atualização Cartográfica, In: 1º Seminário Paranaense de Cadastro Técnico e Planejamento Municipal. **Anais**, Curitiba, 1990, p.65-73.
- ROBBI, C. Planejamento da Atualização Cartográfica; Algumas Questões, In: 2º Seminário Paranaense de Cadastro Técnico e Planejamento Municipal. **Anais**, Curitiba, 1991, p.08-16.
- SCARIM, J. L.; TEIXEIRA, A. L. A. Digitalização e Conversão *raster/Vector* de Mapas. **Fator GIS**, Curitiba, n.6, 16-21p, 1994.
- SOUZA, F. C. B. **Orientação Absoluta de Modelos Utilizando Feições Digitalizadas Como Controle**. Tese de Mestrado, Departamento de Geociências, UFPR, Curitiba, PR. 1982.
- STAR, J. ESTES, J. **Geographic Information System An Introduction**. Santa Bárbara, California. Prentice-Hall. 1990, 303p.
- SPRADLEY, L. H. Costs of Softcopy Orthophoto Bases for GIS Projects. **International Society of Photogrammetry & Remote Sensing - Journal of Photogrammetry & Remote Sensing**. V. 51, N. 4, p. 182-87. August 1996.
- TANG, Y. A.; ADAMS. M. T.; USERY. E. L. A Spatial Data Model Design for Feature-Based Geographical Information System. **International Journal of Geographical Information Systems**, V. 10, N. 5, p. 643-59, 1996.

TOMLINSON, R. F., BOYLE, R. **The State of Development Systems for Handling Natural Resources Inventory Data.** Cartographica, 1981.

VIADANA, M. I. C. F. Análise Comparativa do Uso de Feições Retas e de Pontos de Controle no Refinamento de Imagens TM, In: Encontro Comemorativo - Engenharia Cartográfica 15 Anos na FCT/UNESP. **Anais**, Presidente Prudente, 1992, p.68-79.

VIADANA, M. I. C. F. Atualização de Cartas Topográficas Utilizando Imagem Orbitais - Metodologia Alternativa Para Microcomputadores, São Paulo, 1995. **Tese** (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.